



**VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ**

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

**FAKULTA STAVEBNÍ**

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

**ÚSTAV GEODÉZIE**

INSTITUTE OF GEODESY

**GEODETICKÉ ČINNOSTI PŘI REKONSTRUKCI  
VOZOVKY V ULICI OTAKARA ŠEVČÍKA**

GEODETIC ACTIVITIES IN RECONSTRUCTION OF THE ROAD IN OTAKARA ŠEVČÍKA  
STREET

**DIPLOMOVÁ PRÁCE**

DIPLOMA THESIS

**AUTOR PRÁCE**

AUTHOR

Bc. Tereza Suchánková

**VEDOUCÍ PRÁCE**

SUPERVISOR

Ing. JIŘÍ VONDRÁK, Ph.D.

**BRNO 2020**



# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

## FAKULTA STAVEBNÍ

<b>Studijní program</b>	N3646 Geodézie a kartografie
<b>Typ studijního programu</b>	Navazující magisterský studijní program s prezenční formou studia
<b>Studijní obor</b>	3646R003 Geodézie a kartografie (N)
<b>Pracoviště</b>	Ústav geodézie

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

<b>Student</b>	Bc. Tereza Suchánková
<b>Název</b>	Geodetické činnosti při rekonstrukci vozovky v ulici Otakara Ševčíka
<b>Vedoucí práce</b>	Ing. Jiří Vondrák, Ph.D.
<b>Datum zadání</b>	30. 11. 2019
<b>Datum odevzdání</b>	22. 5. 2020

V Brně dne 30. 11. 2019

---

doc. Ing. Radovan Machotka, Ph.D.  
Vedoucí ústavu

---

prof. Ing. Miroslav Bajer, CSc.  
Děkan Fakulty stavební VUT

## PODKLADY A LITERATURA

ČSN 73 0212-1 Geometrická přesnost ve výstavbě. Kontrola přesnosti. Část 1: Základní ustanovení. ČSN, Český normalizační institut, Praha, 1996, 8 stran.

ČSN 73 0212-4 Geometrická přesnost ve výstavbě, Kontrola přesnosti, Část 4: Liniové stavební objekty. ČSN, Český normalizační institut, Praha, 1994, 14 stran.

ČSN 73 0405 – Měření posunů stavebních objektů. ČSN, Český normalizační institut, Praha, 1997.

Technické kvalitativní podmínky staveb pozemních komunikací. TKP, Ministerstvo dopravy, Odbor pozemních komunikací, Praha, 2015, 36 stran.

ČSN 01 3410 - Mapy velkých měřítek. Základní a účelové mapy.

ČSN 01 3411 - Mapy velkých měřítek. Kreslení a značky.

NEVOSÁD, Z. a VITÁSEK J. (2000). Geodézie III, VUTIUM.

VONDRÁK, J. (2004). Geodézie II, Modul 01, Geodetická cvičení II.

ŠVÁBENSKÝ, O., VITULA A. a BUREŠ J. (2006). Inženýrská geodézie I, Modul 01, Základy inženýrské geodézie.

## ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ

V lokalitě ulice Otakara Ševčíka v Brně, vybudujte a zaměřte síť geodetických bodů a uskutečňte nezbytná měření pro realizaci a dokumentaci rekonstrukce vozovky.

Zpracujte měření s požadovanými přílohami a vyhotovte potřebnou dokumentaci podle příslušných norem a předpisů v závazném souřadnicovém a výškovém systému.

## STRUKTURA DIPLOMOVÉ PRÁCE

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část závěrečné práce zpracovaná podle platné Směrnice VUT "Úprava, odevzdávání a zveřejňování závěrečných prací" a platné Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání a zveřejňování závěrečných prací na FAST VUT" (povinná součást závěrečné práce).
2. Přílohy textové části závěrečné práce zpracované podle platné Směrnice VUT "Úprava, odevzdávání, a zveřejňování závěrečných prací" a platné Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání a zveřejňování závěrečných prací na FAST VUT" (nepovinná součást závěrečné práce v případě, že přílohy nejsou součástí textové části závěrečné práce, ale textovou část doplňují).

---

Ing. Jiří Vondrák, Ph.D.  
Vedoucí diplomové práce

## ABSTRAKT

Předmětem této diplomové práce je popis komplexních zeměměřických činností při rekonstrukci vozovky na ulici Otakara Ševčíka v k.ú. Židenice. V práci je popsáno připojení bodů do souřadnicového systému S-JTSK a do výškového systému Bpv. Pro jednotlivá měření a vytyčení je vyhotovena geodetická dokumentace. Dále je zde uvedena analýza přesnosti měření a porovnání dosažených hodnot s odchylkami uvedenými v příslušných ČSN.

## KLÍČOVÁ SLOVA

S-JTSK, Bpv, GNSS, RTK, technická nivelace, podrobné výškové bodové pole, vytyčení, kontrolní měření, zaměření skutečného provedení stavby

## ABSTRACT

The subject of this diploma thesis is a description of complex surveying activities during the reconstruction of the road in Otakara Ševčíka Street in cadastral area Židenice. This work describes connection of the points to the coordinate system S-JTSK and to the height system Bpv. Geodetic documentation is made for individual measurements and laying out. Next is the analysis of measurement accuracy and comparison of achieved values with deviations specified in the relevant ČSN.

## KEYWORDS

S-JTSK, Bpv, GNSS, RTK, technical leveling, detailed height point field, laying out, control measurements, focusing of real construction

## BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

Bc. Tereza Suchánková *Geodetické činnosti při rekonstrukci vozovky v ulici Otakara Ševčíka*. Brno, 2020. 61 s., 36 s. příl. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav geodézie. Vedoucí práce Ing. Jiří Vondrák, Ph.D.

## PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci s názvem *Geodetické činnosti při rekonstrukci vozovky v ulici Otakara Ševčíka* zpracoval(a) samostatně a že jsem uvedl(a) všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 22. 5. 2020

---

Bc. Tereza Suchánková

autor práce

## PODĚKOVÁNÍ

Ráda bych poděkovala vedoucímu mé diplomové práce Ing. Jiřímu Vondrákovi, Ph.D. za cenné rady, věcné připomínky a vstřícnost při konzultacích a vypracování diplomové práce. Dále bych chtěla poděkovat Ing. Evě Beňové Medvědové za půjčení přístrojového vybavení a rady při vypracování diplomové práce. V neposlední řadě, bych ráda poděkovala celé své rodině a známým za podporu při studiu na vysoké škole.

## Obsah

1	Úvod .....	10
2	Popis stavby.....	11
2.1	Popis lokality.....	11
2.2	Údaje o stavbě.....	13
3	Popis stavebních prací .....	15
3.1	Stavební práce.....	15
3.2	Terminologie skladby vozovky .....	18
4	Legislativa ve stavebnictví.....	20
5	Přístrojové vybavení a metody měření .....	22
5.1	GNSS přijímač Altus APS-3 (v.č. 21032).....	22
5.1.1	Metoda GNSS.....	23
5.2	Digitální nivelační přístroj GEOMAX ZDL700 (v.č. 766160).....	25
5.2.1	Technická nivelace.....	27
6	Geodetická činnost při rekonstrukci vozovky .....	28
6.1	Budování podrobného výškového bodového pole stavby .....	28
6.2	Polohové vytyčení podrobných bodů stavby .....	29
6.3	Kontrolní měření .....	31
6.3.1	Kontrolní měření ploch.....	31
6.3.2	Kontrolní měření tlouštěk jednotlivých konstrukčních vrstev vozovky .....	32
6.4	Zaměření skutečného provedení stavby .....	36
7	Zpracování měření.....	37
7.1	Transform MAX 1710.....	38
7.2	GLevel .....	39
7.3	Microsoft Excel 2016 .....	40
7.4	GROMA v.8.....	40
7.5	MicroStation PowerDraft V8i.....	41
8	Geodetické údaje .....	42
9	Rozbory přesnosti .....	44
9.1	Rozbor přesnosti určení podrobného výškového bodového pole .....	44
9.2	Rozbor přesnosti vytyčení .....	45



9.3	<i>Rozbor přesnosti měření GNSS-RTK .....</i>	46
9.4	<i>Rozbor přesnosti měření jednotlivých vrstev .....</i>	47
10	<i>Činnost kontrolního geodeta.....</i>	49
11	<i>Závěr .....</i>	51
12	<i>Seznam použitých zdrojů.....</i>	53
13	<i>Seznam použitých zkratek .....</i>	56
14	<i>Seznam tabulek .....</i>	57
15	<i>Seznam grafů.....</i>	57
16	<i>Seznam obrázků .....</i>	58
17	<i>Seznam příloh .....</i>	59

# 1 Úvod

Předmětem této diplomové práce je popis komplexních geodetických činností realizovaných při rekonstrukci vozovky v ulici Otakara Ševčíka v katastrálním území Židenice.

Jedná se o úsek VMO Brno od křižovatky mezi ulicí Tábořskou a ulicí Otakara Ševčíka po most před sjezdem na ulici Ostravskou. Celková délka úseku rekonstrukce vozovky je dlouhá 0,510 km. Měřické práce probíhaly od června do srpna roku 2019.

Polohové měření bylo provedeno aparaturou GNSS metodou RTK a výškové měření bylo provedeno pomocí digitálního nivelačního přístroje metodou geometrické nivelace ze středu. Je zde uveden popis všech komplexních geodetických prací, které byly vykonány. Od budování podrobného výškového bodového pole, přes vytyčovací práce a kontrolní měření, až po zaměření skutečného provedení stavby. Měření byla prováděna v souladu s požadavky uvedenými v projektové dokumentaci, které se vztahují k příslušným českým technickým normám.

Zpracování naměřených dat, výpočet, vyhodnocení a grafické zpracování dat proběhlo v kanceláři s využitím programů určených k této činnosti. Výsledné souřadnice bodů jsou určeny v S-JTSK a Bpv.

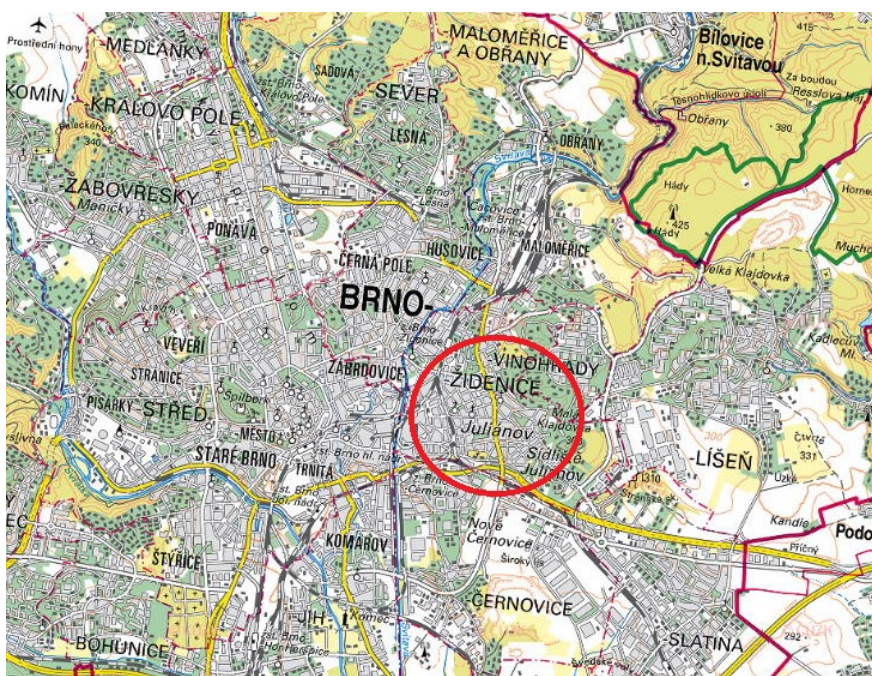
Obsah diplomové práce je sestaven tak, aby chronologicky odpovídal tomu, jakým způsobem se při vyhotovení postupovalo.

## 2 Popis stavby

### 2.1 Popis lokality

#### *Městská část Brno-Židenice*

Městská část Brno-Židenice se nachází východním směrem od centra statutárního města Brna. Téměř celá městská část se rozkládá na levém břehu řeky Svitavy, která protéká západní částí městské čtvrtě. Území městské části Brno-Židenice je ohraničeno Židenickým kopcem na severu, trasou Velkého městského okruhu na západě, Bílou horou na severu. Území městské čtvrtě Brno-Židenice zahrnuje území bývalých obcí Juliánova, Židenic, část obce Zábrdovic, část obce Černovic, část obce Maloměřic a část obce Líšně. Katastrální území má rozlohu 5,05 km<sup>2</sup>.



Obrázek 1 Poloha katastrálního území Židenice [1]

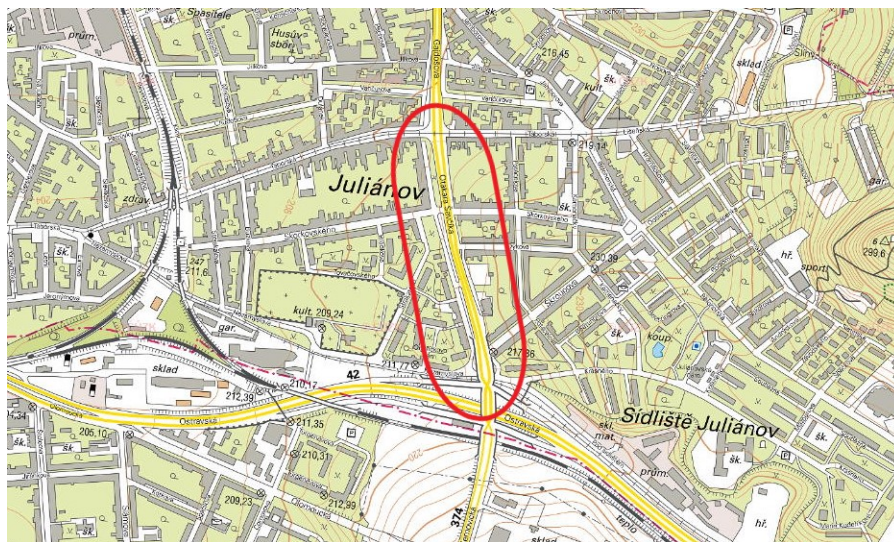
Prochází zde železniční trať ve směru Brno-Svitavy, čtyřproudá trasa Velkého městského okruhu Brno, dále zde prochází tratě tramvajových, autobusových a trolejbusových linek.

Významné stavby na tomto území jsou Kostel svatého Cyrila a Metoděje, Kostel Českobratrské církve evangelické, Chrám spasitele, Vojenská nemocnice Brno, Základní škola Gajdošova 3, Dělnický dům, Židovský hřbitov atd.

[2]

## *Ulice Otakara Ševčíka*

Ulice leží v jižní části městské části Brno-Židenice, která zde sousedí s městskou částí Brno-Černovice. Jedná se o čtyřproudou silnici I. třídy s označením 42 a jde o úsek, který je součástí Velkého městského okruhu Brno a je dopravně velmi vytížený.



*Obrázek 2 Ulice Otakara Ševčíka [1]*

Na ulici Otakara Ševčíka se nachází přechody pro chodce, a to na křižovatkách s ulicí Tábořskou a další v blízkosti autobusových zastávek, které jsou umístěny po obou stranách vozovky. V blízkosti křižovatek a přechodů pro chodce jsou umístěna světelná signalizační zařízení.

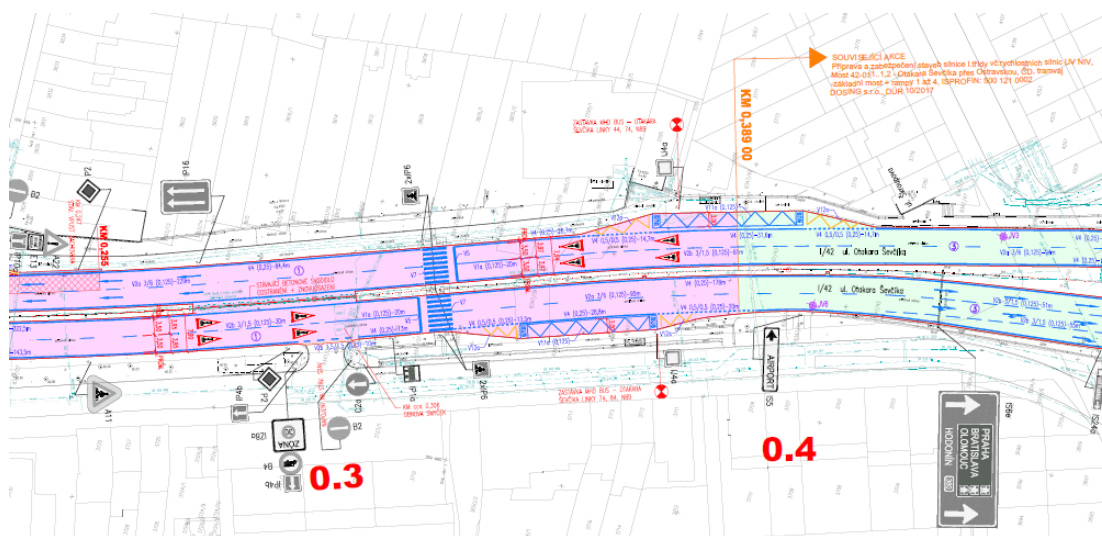
## 2.2 Údaje o stavbě

Začátek úpravy počíná pracovní spárou za křižovatkou mezi ulicí Táboorskou a ulicí Otakara Ševčíka a končí dilatační spárou mostu ev. č. 42-011.1,2 na ulici Otakara Ševčíka před sjezdem na ulici Ostravskou. Úsek rekonstrukce vozovky ulice Otakara Ševčíka je dlouhý 0,510 km. Plánovaná životnost rekonstruovaného úseku je stanovena na dobu 25 let.

Investorem stavby bylo Ředitelství silnic a dálnic ČR - Závod Brno, se sídlem Šumavská 33, 656 09 Brno. Termín realizace rekonstrukce vozovky byl stanoven na červenec – srpen 2019. Záměrem investora bylo provedení obnovy asfaltové vrstvy vozovky, za předpokladu zachování provozu při realizaci stavebních prací vždy v jednom jízdním pruhu pro každý směr. [3]

Zpracovatelem projektu byla Projektová kancelář OSSENDORF s.r.o., se sídlem Tomešova 1, 602 00 Brno. Jejíž činnost zahrnuje komplexní zpracování projektových dokumentací dopravních staveb, včetně staveb mostních konstrukcí v rozsahu od vyhledávacích a technických studií, včetně spolupráce na urbanistických studiích a územně plánovacích dokumentacích, přes všechny další stupně dokumentace až po součinnost při realizaci stavby ve formě autorského dozoru, technického dozoru stavby a koordinátora BOZP. Dále firma zajišťuje související inženýrské činnosti a expertní činnosti. [4]

Zodpovědným projektantem byla paní Eugenie Brtníková.



Obrázek 3 Ukázka z projektové dokumentace situace stavby

Hlavním zhotovitelem stavby byla firma SWIETELSKI stavební s.r.o., oblast Brno. Koncern SWIETELSKI patří k předním stavebním firmám v Evropě. Centrála společnosti se nachází v Českých Budějovicích. Organizačně se společnost dělí na dvě divize:

- Divize silničního a inženýrského stavitelství se sídlem v Českých Budějovicích
- Divize pozemního stavitelství se sídlem v Praze

Divize se na základě územní nebo odborné působnosti dělí na odštěpné závody, a ty se dále dělí na oblasti. V Brně jde o Odštěpný závod SWIETELSKI stavební s.r.o., Dopravní stavby MORAVA, Oblast Brno. [5]

Stavbyvedoucím pro danou stavbu byl pan Ing. Jan Lakomý.



### 3 Popis stavebních prací

#### 3.1 Stavební práce

Výstavba byla rozdělena do 2 stavebních etap (etapy I. a II.), v období od července do srpna roku 2019. Stavební práce byly vykonávány za provozu z důvodu vysoké intenzity dopravy v tomto úseku VMO. Omezení provozu spočívalo v ponechání 1 jízdního pruhu v každém směru jízdy min. šířky 2,75 m + 0,5 m bezpečnostního odstupu od staveniště.

V rámci jednotlivých etap výstavby byly provedeny kompletní práce stavební úpravy, a to frézování stávající asfaltové vozovky silnice I/42, lokální sanace vrstev ACP, resp. ACL, nové vrstvy vozovky dle diagnostického posouzení, výměna mříží stávajících uličních vpustí, výšková úprava poklopů a mříží, odstranění a znovuosazení betonového svodidla, obnovení vodorovného dopravního značení, výměna smyčkových detektorů vozidel. Stavební práce provedené v úseku 0,140 km – 0,255 km byly: odstranění stávající konstrukce vozovky, výměna podloží v tloušťce 0,50 m, vybourání obrubníku, položení nového obrubníku, drenáž PVC DN110, nové vrstvy vozovky dle diagnostického posouzení.



*Obrázek 4 Diagnostické posouzení únosnosti vozovky*

Dle průvodní zprávy dodané zhotovitelem dokumentace byly ke stavbě navrženy tyto fáze rekonstrukce s uvedením min. hodnot tloušťek jednotlivých vrstev:

- Odstranění stávající vrstvy vyfrézováním v km 0,000 – 0,389 do hloubky min. 120 mm



*Obrázek 5 Stavební činnost - vyfrézování stávající vrstvy vozovky 120 mm*

- Odstranění stávající kompletní konstrukce v km 0,140 – 0,255 (v pravém jízdním pruhu v levém jízdním pásu) min. 600 mm



*Obrázek 6 Stavební činnost - výkopové práce*



- Odstranění stávající vrstvy frézováním v km 0,389 - 0,500 do hloubky min. 30 mm



*Obrázek 7 Stavební činnost - vyfrézování stávající vrstvy vozovky 30 mm*

- Odstranění porušené, rozpadlé staré vrstvy ACP – frézování stávajících vrstev do hloubky min. 180 mm
- Výměna podloží v km 0,140 – 0,255 díky snížené únosnosti konstrukce vozovky v tloušťce min. 0,50 m dle diagnostiky



*Obrázek 8 Stavební činnost - výměna podloží a hutnění zemního tělesa komunikace*

### 3.2 Terminologie skladby vozovky

Pro účely porozumění požadavků a specifík, která byla zadána od investora stavby, projektanta či zhotovitele stavby, bylo nutné nastudovat některé termíny a definice z oblasti pozemních komunikací a asfaltových směsí. V této kapitole najdeme pojmy, se kterými se pracovalo v průběhu vyhotovení diplomové práce.

*Konstrukční vrstvy vozovky:*

*Obrusná vrstva* – tvoří povrch vozovky a je přímo ovlivňována účinky dopravy a klimatickými podmínkami.

*Ložná vrstva* – napomáhá funkci obrusné vrstvy.

*Podkladní vrstva* – má hlavní nosnou funkci vozovky spočívající v roznosu zatížení a omezení účinku zatížení na zemní těleso.

*Ochranná vrstva* – má nosnou funkci a drenážní funkci, nazývá se podsyp.

*Podloží vozovky* – horní část zemního tělesa, do níž pronikají účinky zatížení a účinky klimatické. Povrch podloží se nazývá pláš zemního tělesa.

*Geotextílie* – výrobek z geomembrány, vyrábí se jejím pravidelným proděravěním a následným protažením v jednom nebo obou směrech. Slouží k zabudování do zemního tělesa a k výztuže zemních objektů.

*Asfaltová směs* – homogenní směs složená typicky z hrubého a drobného kameniva, fileru a asfaltového pojiva, která se použije při stavbě vozovky.



Obrázek 9 Stavební činnosti – pokládka a vzájemné spojení pásů geotextílie



*SMA* – asfaltový koberec mastixový

*ACO* – asfaltový beton pro obrusné vrstvy

*ACL* – asfaltový beton pro ložné vrstvy

*ACP* – asfaltový povrch pro podkladní vrstvy

*KSC* – kamenivo zpevněné cementem

[6]



*Obrázek 10 Konstrukční vrstvy vozovky*

## 4 Legislativa ve stavebnictví

Výkon stavebních činností ve výstavbě se řídí zejména zákonem č. 183/2006 Sb. o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon) a dalšími souvisejícími právními předpisy.

Výkon zeměměřických činností ve výstavbě se řídí právními předpisy, které dělíme do více kategorií podle právní síly. V následujícím textu jsou uvedeny takové předpisy, které byly využity nebo souvisí s měřickými pracemi a se zpracováním diplomové práce.

### *Zákony*

Jedná se o obecně závazné právní předpisy přijaté parlamentem České republiky. [7]

- Zákon č. 256/2013 Sb. o katastru nemovitostí (katastrální zákon) [8]
- Zákon č. 200/1994 Sb. o zeměměřičství a o změně a doplnění některých zákonů souvisejících s jeho zavedením [9]
- Navazující zákony k předchozím již zmíněným zákonům [10]

### *Vyhlášky*

Jedná se o druh podzákoného právního předpisu, který je závazný. [11]

- Vyhláška č. 31/1995 Sb., kterou se provádí zákon č. 200/1994 Sb., o zeměměřičství a o změně a doplnění některých zákonů souvisejících s jeho zavedením [12]
- Vyhláška č. 357/2013 Sb. o katastru nemovitostí (katastrální vyhláška) [13]

### *Technické normy*

Jde o kvalifikovaná doporučení, která nejsou závazná. Použití je dobrovolné, avšak všestranně výhodné. Jedná se o veřejné dokumenty, které se poskytují za úplatu. Druhy norem se liší dle účelu využití, a to jejich obsahem. Rozlišujeme typy norem ČSN (Česká státní norma), EN (Evropská norma), ISO (Mezinárodní norma). [14]

- ČSN 01 3410 Mapy velkých měřítek – Základní a účelové mapy [15]
- ČSN 01 3411 Mapy velkých měřítek – Kreslení a značky [16]
- ČSN 73 0415 Geodetické body [17]
- ČSN 73 0420-1 Přesnost vytyčování staveb – Část 1: Základní požadavky [18]
- ČSN 73 0420-2 Přesnost vytyčování staveb – Část 2: Vytyčovací odchylky [19]
- ČSN 73 6121 Stavba vozovek – Hutnění asfaltové vrstvy – Provádění a kontrola shody [20]

#### *Technologické předpisy, návody*

Jedná se o normativní akty, které v porovnání se směrnici podrobněji upravují, vysvětlují a specifikují určitou oblast činnosti a specifikují způsoby realizace pracovních úkolů. [21]

- TP 148 Hutnění asfaltové vrstvy s asfaltem modifikovaným pryžovým granulátem z pneumatik [22]
- TP 151 Asfaltové směsi s vysokým modulem tuhosti (VMT) [23]
- TP 170 Navrhování vozovek pozemních komunikací [24]

## 5 Přístrojové vybavení a metody měření

Výběr přístrojů a pomůcek byl zvolen tak, aby měření proběhlo co nejekonomičtěji a co nejefektivněji, zároveň byl brán zřetel na přesnost měření. Pro polohové určení podobných bodů a pro vytyčení bodů byla zvolena aparatura GNSS. Pro kontrolní zaměření výšek jednotlivých vrstev byl zvolen digitální nivelační přístroj.

Jako pomůcky byly v průběhu měřických prací využity výtyčka, dřevěný stativ, litinová nivelační podložka, hliníková teleskopická nivelační lať s kódovou stupnicí, svinovací metr, kladivo, dřevěné kolíky, měřické hřeby.

Přístroje a pomůcky byly poskytnuty Geodetickou kanceláří Ing. Evy Beňové Medvědové.

### 5.1 GNSS přijímač Altus APS-3 (v.č. 21032)

Přijímač Altus APS-3 od výrobce SOKKIA byl využit při polohovém určení bodů měřické sítě, podobných bodů konstrukčních prvků opravy komunikace a při vytyčování bodů příčných profilů v souřadnicovém systému S-JTSK. Měřická souprava se skládala z přijímače, antény a příslušenství. Současně byl k aparatuře GNSS využit kontrolér GETAC PS 236 (v.č. 242820900016) se softwarem pro sběr dat Carlson SurvCE, a dále byla využita výtyčka Seco, jejíž délka byla před měřením ověřena svinovacím metrem.

*Tabulka 1 Parametry GNSS přijímače ALTUS APS-3 [25]*

<i>GNSS přijímač Altus APS-3 (v.č. 21032)</i>		
<i>Sleduje systémy</i>		<i>Navstar GPS, GLONASS, SBAS</i>
<i>Přesnost RTK</i>	<i>V poloze</i>	<i>10 mm + 1 ppm</i>
	<i>Ve výšce</i>	<i>20 mm + 1 ppm</i>
<i>Komunikace</i>		<i>Bluetooth</i>
<i>Čas provozu baterie</i>		<i>4 - 5 hod</i>
<i>Software</i>		<i>Carlson SurvCE</i>



*Obrázek 11 GNSS přijímač ALTUS APS-3 a kontrolér GETAC PS 236*

### **5.1.1 Metoda GNSS**

Při měření a vytyčování bodů aparaturou GNSS přijímačem Altus APS-3 byla využita metoda měření RTK se službou Trimble VRS Now Czech.



*Obrázek 12 Ukázka měření GNSS RTK*



### *Metoda Real Time Kinematic (RTK)*

RTK je kinematická metoda, založená na určování polohy bodů pohybujícího se přijímače. Jeden přijímač je stále umístěn na výchozím daném bodě, druhý přijímač se pohybuje a nepřetržitě proměřuje stanovenou trasu ve zvolených časových intervalech, anebo měří polohu jen na vybraných bodech.

[26]

### *Služba Trimble VRS Now Czech*

Jedná se o síť referenčních stanic, která poskytuje korekce všem GNSS přijímačům jakýchkoliv značek. Síť je provozována firmou Trimble. V České republice je rozmístěno 29 referenčních stanic tak, aby měl uživatel kdekoli v Čechách, na Moravě i ve Slezsku zajištěn kvalitní příjem RTK korekcí. Do sítě jsou dodávána data ze stanic v Německu a Rakousku, aby byly kvalitně pokryty pohraniční oblasti České republiky. Jedná se o nejspolehlivější, nejstabilnější a nejrozsáhlejší řešení na světě. Díky síťovému řešení je v celém pokrytém území možno dosáhnout konstantní přesnosti.

[27]



*Obrázek 13 Rozmístění referenčních stanic sítě Trimble VRS Now Czech [27]*



## 5.2 Digitální nivelační přístroj GEOMAX ZDL700 (v.č. 766160)

Digitální nivelační přístroj byl využit při určení nadmořské výšky bodů měřické sítě a pro kontrolní zaměření výšek jednotlivých vrstev opravy. Jde o digitální nivelační přístroj se snadnou a intuitivní obsluhou, automatickým a rychlým odečtem hodnot na kódové nivelační lati. Umožňuje registraci měření nivelačního pořadu, výpočet nadmořských výšek bodů a převýšení mezi měřenými body. Dále software přístroje umožňuje výběr způsobu měření nivelačního pořadu (BF – technická nivelace, BFFB – přesná nivelace, BIF – technická nivelace s bočními záměrami). Registrovaná data byla pomocí propojovacího kabelu stažena v kanceláři do počítače.

Při měření s digitálním nivelačním přístrojem byl využit dřevěný stativ, teleskopická hliníková nivelační lať s kódovou stupnicí, litinová nivelační podložka.

Tabulka 2 Parametry digitálního nivelačního přístroje GEOMAX ZDL700 [28]

<i>Digitální nivelační přístroj GEOMAX ZDL700 (v.č. 766160)</i>	
<i>Elektronické měření</i>	<i>0,7 mm / km</i>
<i>Optické měření</i>	<i>2,5 mm / km</i>
<i>Dosah</i>	<i>2 - 105 m</i>
<i>Zvětšení dalekohledu</i>	<i>24 x</i>
<i>Rozsah kompenzátoru</i>	<i>± 10 '</i>
<i>Komunikace</i>	<i>USB</i>
<i>Baterie</i>	<i>tužkové AA (4ks)</i>
<i>Displej, klávesnice</i>	
<i>Metody nivelace</i>	<i>BF, BFFB, BIF</i>



Obrázek 14 Digitální nivelační přístroj GEOMAX ZDL700

Před měřením digitálním nivelačním přístrojem byla vykonána kontrola nivelačního přístroje.

Název: Geodetické činnosti při rekonstrukci vozovky v ulici Otakara Ševčíka  
Kontrola nivelačního přístroje GEOMAX ZDL 700

Datum: 01/07/19  
Výškový systém: Bpv  
Jednotky měření: Metry

Měřil: Bc. Tereza Suchánková

Č.bodu	Vzad	Vpřed	Záměra	Výška
A	1,8290		6,58	100,0000
B		1,2135	6,26	100,6155
A	1,3413		4,27	101,0000
B		0,7257	16,43	101,6156

Obrázek 15 Ukázka zápisníku kontroly nivelačního přístroje GEOMAX ZDL700

### 5.2.1 Technická nivelace

Technická nivelace se řídí *Směrnicí pro technickou nivelaci*. Využívá se při měření pro běžné technické účely, při určení nadmořských výšek bodů v podrobném výškovém bodovém poli. Rozlišuje se technická nivelace základní přesnosti (nižší nároky na přesnost) a zvýšené přesnosti (vyšší nároky na přesnost). Principem této metody nivelace je geometrická nivelace ze středu.

[29]



Obrázek 16 Ukázka měření s digitálním nivelačním přístrojem GEOMAX ZDL 700

## 6 Geodetická činnost při rekonstrukci vozovky

Měřická činnost probíhala od června do srpna roku 2019. V průběhu výstavby probíhaly geodetické práce, které lze zahrnout do několika stěžejních fází:

- *Budování podrobného výškového bodového pole stavby*
- *Polohové vytyčení podrobných bodů stavby*
- *Kontrolní měření*
- *Zaměření skutečného provedení stavby*

Při měření byl kladen důraz na vyšší přesnost výškového měření. Přesnost výškového měření byla posuzována dle ČSN 73 0420-1 Přesnost vytyčování staveb – Část 1: Základní požadavky a dle ČSN 73 0420-2 Přesnost vytyčování staveb – Část 2: Vytyčovací odchylky. Polohové měření podrobných bodů bylo provedeno aparaturou GNSS metodou RTK.

### 6.1 Budování podrobného výškového bodového pole stavby

Před samotným měřením byla vykonána rekognoskace terénu, která sloužila pro výběr vhodného místa pro zřízení bodů podrobného výškového bodového pole stavby. Body musely být umístěny tak, aby ležely mimo vliv stavby a nedocházelo v průběhu výstavby k jejich pohybu nebo k posunu.

V lokalitě byly zřízeny 2 výškové body s označením 1001, 1002. Poloha těchto bodů byla určena aparaturou GNSS Altus APS-3 (v.č. 21032) metodou RTK s dobou observace 60 vteřin. V rámci měřických prací byla využita služba Trimble VRS Now Czech, naměřená data byla zpracována v reálném čase. Měření proběhlo dvakrát nezávisle na sobě ve dnech 30.6.2019 (neděle) a 1.7.2019 (pondělí). Výsledné souřadnice byly určeny aritmetickým průměrem ze dvou měření. Výškové určení bodů bylo provedeno technickou nivelací pomocí digitálního nivelačního přístroje Geomax ZDL 700 (v.č. 766160) s přesností  $\pm 0,7$  mm/km. Bod č. 1002 byl určen jako vzažný bod z důvodu větší stability v okolí bodu. Bod č. 1001 se nacházel na mostě v blízkosti křižovatky, kde docházelo k otřesům způsobeným projíždějícími auty, tudíž tento bod

nebyl zvolen jako vztažný a jeho výška byla určena pomocí technické nivelace. Výškové body byly stabilizovány měřickými hřeby a byly signalizovány reflexním sprejem.

Z důvodu požadavku přesného určení tloušťek vrstev, nikoliv přesných absolutních nadmořských výšek, došlo k relativnímu určení nadmořských výšek bodů. Pro výškové měření a pro kontrolní měření tloušťek vrstev byla vzhledem k protáhlému tvaru území zvolena metoda měření technickou nivelací. Bylo tak učiněno především z časových důvodů a z důvodu vyšší efektivity práce.

Měření mohla proběhnout i s pomocí totální stanice (univerzálního elektronického tachymetru), kde by se současně určovala poloha i výška bodu. Ovšem bylo by nutné vybudovat více stanovisek a práce by byla časově náročnější a pro stavební činnosti by toto řešení bylo méně vyhovující.

## **6.2 Polohové vytyčení podrobných bodů stavby**

Polohové vytyčení podrobných bodů stavby bylo provedeno aparaturou GNSS Altus APS-3 (v.č. 21032) metodou RTK, pomocí služby Trimble VRS Now Czech. Vytyčení podrobných bodů stavby proběhlo na základě projektové dokumentace, dle požadavku stavbyvedoucího. V následujícím textu jsou uvedena veškerá vytyčení uskutečněná v rámci geodetické činnosti odpovědným geodetem na stavbě.

Vytyčení začátku a konce stavební úpravy. Body byly stabilizovány měřickými hřeby a signalizovány reflexním sprejem.

Vytyčení podrobných bodů v příčných profilech. Tyto body byly využity při kontrolním zaměření tloušťek jednotlivých vrstev technickou nivelací, a tedy sloužily pouze pro geodetické činnosti na stavbě. Body byly vytyčeny v příčném řezu komunikace po 20 m ve staničení od 0,000 km – 0,500 km. Podrobné body v příčných profilech byly vytyčeny na odsazené linii za obrubníky vedoucí podél komunikace, tak aby byly stabilizovány mimo vliv stavby, aby nedošlo k jejich zničení, či posunu, aby byly v dohledové blízkosti staveniště. Pomocí funkce *Odsazení bodu na linii*, kterou poskytuje software kontroléru, byly body odsazeny přímo na místě v terénu. Stabilizace bodů proběhla dřevěnými kolíky a signalizace pomocí reflexního spreje na obrubu v těsné blízkosti bodu s naznačením průběhu příčného profilu.





Obrázek 17 Stabilizace odsazeného podrobného bodu příčného profilu km 0,180

Pro lepší orientaci při kontrolním zaměření tlouštěk jednotlivých vrstev bylo nutné označit podrobné body příčných profilů do zápisníku měření z pohledu ve směru staničení podle toho kde se nacházely.

- L – levá strana vozovky, směr do centra
- S1 – levá strana vozovky, směr do centra
- S2 – pravá strana vozovky, směr Olomouc
- P – pravá strana vozovky, směr Olomouc

Vytyčení podrobných bodů středové spáry. Vytyčení bylo předem konzultováno se stavbyvedoucím. Tyto body byly vytyčeny pro potřebu odfrézování stávajícího krytu vozovky a pro napojení na stávající stav vozovky. U těchto bodů došlo pouze k jejich signalizaci.

Vytyčení bodů vodorovného dopravního značení. Vytyčovací práce probíhaly současně s činností zařízení pro vodorovné dopravní značení. Body byly pouze signalizovány pro potřebu strojů pro VDZ.

Po každém vytyčování byl vytvořen *Vytyčovací protokol* s uvedením rozdílů mezi vytyčenými a mezi projektovanými hodnotami, *Technická zpráva* obsahující informace o vytyčení, *Vytyčovací náčrt*.

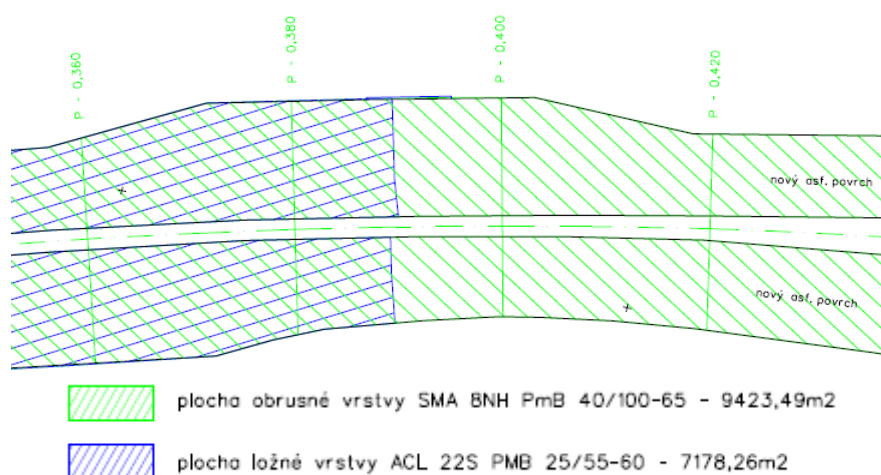
## 6.3 Kontrolní měření

Kontrolní měření ploch a tloušťek jednotlivých konstrukčních vrstev sloužilo pro potřebu hlavního zhotovitele stavby. Na stavbě se vyskytovalo několik dalších subdodavatelských firem o jejichž činnostech chtěl mít hlavní zhotovitel stavby přehled. Výsledky kontrolního měření se porovnávaly s údaji v projektu a s údaji v rozpočtu stavby. Měření probíhala po výkonu jednotlivých stavebních činností.

### 6.3.1 Kontrolní měření ploch

Měření byla provedena pomocí aparatury GNSS Altus APS-3 (v.č. 21032) metodou RTK, pomocí služby Trimble VRS Now Czech a odpovídá 3. třídě přesnosti měření dle normy ČSN 01 3410. Výsledné naměřené hodnoty podrobných bodů byly v souřadnicovém systému S-JTSK a ve výškovém systému Bpv. Současně s měřením podrobných bodů probíhalo kódování charakteristickými popisky, které byly využity při grafickém zpracování. Výsledkem kontrolního měření ploch byly *Situační výkresy* s uvedenými výslednými hodnotami obsahu ploch jednotlivých konstrukčních vrstev a *Technické zprávy* obsahující údaje o naměřených datech. Výstupy jsou součástí přílohy diplomové práce.

Bylo provedeno kontrolní měření plochy odfrézovaného povrchu, šterkových vrstev, vrstvy KSC, vrstvy ACP v sanaci 0,140 km – 0,255 km, lokálních sanací, geotextilií, vrstvy ACL, vrstvy ACO SMA.



Obrázek 18 Ukázka výkresu kontrolního měření ploch obrusné a ložné vrstvy

### 6.3.2 Kontrolní měření tloušťek jednotlivých konstrukčních vrstev vozovky

Kontrolní měření tloušťek jednotlivých vrstev bylo provedeno technickou nivelací, pomocí digitálního nivelačního přístroje Geomax ZDL700 (v.č. 766160). Měření vycházelo a končilo na bodech podrobného výškového bodového pole (č.b. 1001, č.b. 1002). Kontrolní měření probíhalo na jednotlivých vrstvách rekonstruované vozovky v blízkosti vytyčeného bodu příčného profilu (staničení 0,000 km – 0,500 km, po 20 m). Pro rozlišení v zápisníku se jednotlivá čtení označovala tak, že se nejdříve uvedlo staničení a za něj se připsalo označení ve které části opravované vozovky se měřilo (označení ve směru staničení L, S1, S2, P). Zaměřením jednotlivých vrstev komunikace byly zjištěny jejich výšky a následně rozdíly, tedy tloušťky jednotlivých vrstev. Naměřené hodnoty byly sestaveny do *Tabulky vrstev komunikace* a do *Tabulky vrstev sanace*, které jsou součástí příloh diplomové práce.



Obrázek 18 Kontrolní měření tloušťek jednotlivých konstrukčních vrstev vozovky

Bylo provedeno kontrolní měření tloušťek stávajícího povrchu asfaltu, vyfrézovaného povrchu, povrchu sanace šterku ve staničení 0,140 km - 0,255 km, sanace KSC, podkladní vrstvy asfaltu 22 S PMB 25/55-60, ložné vrstvy asfaltu, obrusné vrstvy asfaltu.



Staničení	L - p. b. č. 101 - 126					S1 - p. b. č. 201 - 226				
	Y (projekt)	X (projekt)	Z (m) (ACL 228)	Z (m) (SMA 8NH)	Rozdíl	Y (projekt)	X (projekt)	Z (m) (ACL 228)	Z (m) (SMA 8NH)	Rozdíl
P1 - 0,000	595365.963	1161045.253	212,096	212,140	0,044	595377.148	1161046.193	212,129	212,156	0,027
P2 - 0,020	595361.626	1161064.750	212,189	212,233	0,044	595375.254	1161066.086	212,276	212,352	0,076
P3 - 0,040	595358.470	1161084.441	212,310	212,347	0,037	595373.292	1161085.982	212,525	212,559	0,034
P4 - 0,060	595357.192	1161104.079	212,467	212,506	0,039	595370.891	1161105.811	212,711	212,738	0,027
P5 - 0,080	595358.814	1161124.213	212,690	212,714	0,024	595368.061	1161125.587	212,872	212,909	0,037
P6 - 0,100	595356.410	1161144.134	212,884	212,916	0,032	595365.109	1161145.373	213,035	213,068	0,033
P7 - 0,120	595353.866	1161163.917	213,093	213,123	0,030	595361.912	1161165.110	213,233	213,257	0,024
P8 - 0,140	595350.893	1161183.589	213,282	213,311	0,029	595358.709	1161184.840	213,444	213,452	0,008
P9 - 0,160	595347.055	1161203.176	213,455	213,496	0,041	595355.506	1161204.576	213,605	213,642	0,037
P10 - 0,180	595344.312	1161222.944	213,678	213,714	0,036	595352.058	1161224.271	213,834	213,865	0,031
P11 - 0,200	595340.392	1161242.219	213,972	213,996	0,024	595348.156	1161243.847	214,121	214,150	0,029
P12 - 0,220	595335.348	1161261.391	214,334	214,379	0,045	595343.721	1161263.327	214,451	214,495	0,044
P13 - 0,240	595331.425	1161280.825	214,692	214,717	0,025	595338.923	1161282.720	214,823	214,859	0,036
P14 - 0,260	595328.199	1161299.922	215,099	215,124	0,025	595333.765	1161302.018	215,196	215,219	0,023
P15 - 0,280	595320.593	1161318.992	215,580	215,606	0,026	595327.883	1161321.120	215,613	215,661	0,048
P16 - 0,300	595314.664	1161337.807	216,189	216,213	0,024	595322.002	1161340.200	216,034	216,127	0,093
P17 - 0,320	595308.743	1161356.923	216,699	216,726	0,027	595316.240	1161359.352	216,566	216,608	0,040
P18 - 0,340	595302.675	1161376.019	217,250	217,282	0,032	595310.213	1161378.427	217,078	217,129	0,051
P19 - 0,360	595295.914	1161395.045	217,877	217,911	0,034	595304.297	1161397.552	217,675	217,730	0,055
P20 - 0,380	595287.924	1161413.965	218,483	218,518	0,035	595298.903	1161416.846	218,295	218,334	0,039
P21 - 0,400	595283.053	1161433.642	219,190	219,217	0,027	595294.110	1161436.286	218,970	218,999	0,029
P22 - 0,420	595281.900	1161454.277	219,856	219,905	0,049	595289.629	1161455.821	219,723	219,749	0,026
P23 - 0,440	595277.520	1161474.018	220,526	220,621	0,095	595285.371	1161475.405	220,437	220,470	0,033
P24 - 0,460	595273.266	1161493.985	221,327	221,431	0,104	595281.099	1161495.069	221,214	221,248	0,034
P25 - 0,480	595269.491	1161513.749	222,129	222,250	0,121	595277.324	1161514.766	222,120	222,144	0,024
P26 - 0,500	595266.558	1161533.961	223,148	223,177	0,029	595274.492	1161534.707	222,962	222,994	0,032
Průměr					0,032					0,037

Staničení	S2 - p. b. č. 301 - 326					P - p. b. č. 401 - 426				
	Y (projekt)	X (projekt)	Z (m) (ACL 228)	Z (m) (SMA 8NH)	Rozdíl	Y (projekt)	X (projekt)	Z (m) (ACL 228)	Z (m) (SMA 8NH)	Rozdíl
P1 - 0,000	595379.642	1161046.403	212,058	212,089	0,031	595387.912	1161047.098	211,862	211,889	0,027
P2 - 0,020	595377.767	1161066.332	212,278	212,307	0,029	595387.184	1161067.255	212,055	212,083	0,028
P3 - 0,040	595375.644	1161086.227	212,452	212,483	0,031	595387.047	1161087.413	212,227	212,269	0,042
P4 - 0,060	595373.055	1161106.085	212,670	212,696	0,026	595384.359	1161107.515	212,446	212,473	0,027
P5 - 0,080	595370.132	1161125.894	212,866	212,898	0,032	595379.397	1161127.270	212,701	212,737	0,036
P6 - 0,100	595367.133	1161145.662	213,036	213,064	0,028	595374.849	1161146.761	212,921	212,951	0,030
P7 - 0,120	595363.904	1161165.406	213,237	213,263	0,026	595371.669	1161166.557	213,096	213,124	0,028
P8 - 0,140	595360.742	1161185.166	213,434	213,468	0,034	595368.879	1161186.468	213,255	213,295	0,040
P9 - 0,160	595357.567	1161204.918	213,601	213,631	0,030	595365.452	1161206.225	213,455	213,480	0,025
P10 - 0,180	595354.149	1161224.629	213,829	213,859	0,030	595361.888	1161226.956	213,683	213,709	0,026
P11 - 0,200	595350.220	1161244.280	214,119	214,144	0,025	595357.872	1161246.884	213,955	213,979	0,024
P12 - 0,220	595345.807	1161263.809	214,451	214,475	0,024	595353.428	1161265.571	214,293	214,317	0,024
P13 - 0,240	595340.999	1161283.245	214,820	214,845	0,025	595348.644	1161285.177	214,680	214,704	0,024
P14 - 0,260	595335.854	1161302.597	215,192	215,217	0,025	595343.348	1161304.674	215,048	215,072	0,024
P15 - 0,280	595330.431	1161321.950	215,609	215,635	0,026	595337.801	1161324.015	215,431	215,457	0,026
P16 - 0,300	595324.590	1161341.037	216,030	216,060	0,030	595331.882	1161343.409	215,880	215,904	0,024
P17 - 0,320	595318.276	1161360.012	216,524	216,557	0,033	595325.816	1161362.455	216,371	216,395	0,024
P18 - 0,340	595312.218	1161379.068	217,065	217,092	0,027	595321.995	1161382.191	216,923	216,955	0,032
P19 - 0,360	595306.245	1161398.135	217,661	217,687	0,026	595316.715	1161401.266	217,464	217,490	0,026
P20 - 0,380	595300.826	1161417.351	218,254	218,281	0,027	595309.649	1161419.667	218,062	218,165	0,103
P21 - 0,400	595296.076	1161436.757	218,900	218,930	0,030	595303.550	1161438.544	218,807	218,834	0,027
P22 - 0,420	595291.942	1161456.283	219,521	219,620	0,099	595300.387	1161457.970	219,501	219,530	0,029
P23 - 0,440	595289.124	1161476.068	220,277	220,353	0,076	595298.730	1161477.764	220,146	220,173	0,027
P24 - 0,460	595286.810	1161495.859	221,093	221,124	0,031	595297.322	1161497.312	220,916	220,941	0,025
P25 - 0,480	595284.524	1161515.700	221,926	221,959	0,033	595295.960	1161517.184	221,745	221,794	0,049
P26 - 0,500	595282.406	1161535.451	222,791	222,835	0,044	595294.224	1161536.562	222,577	222,606	0,029
Průměr					0,034					0,032

profil v sanaci (konstrukce 2) - " v místech sanace rozdíl počítán od zaměřených výšek podkladního ACP  
profil konstrukce 3 - frézováno tl. 30 mm  
profil v lokálních sanaci - pokládka ACP a ACL - tl. 150 mm

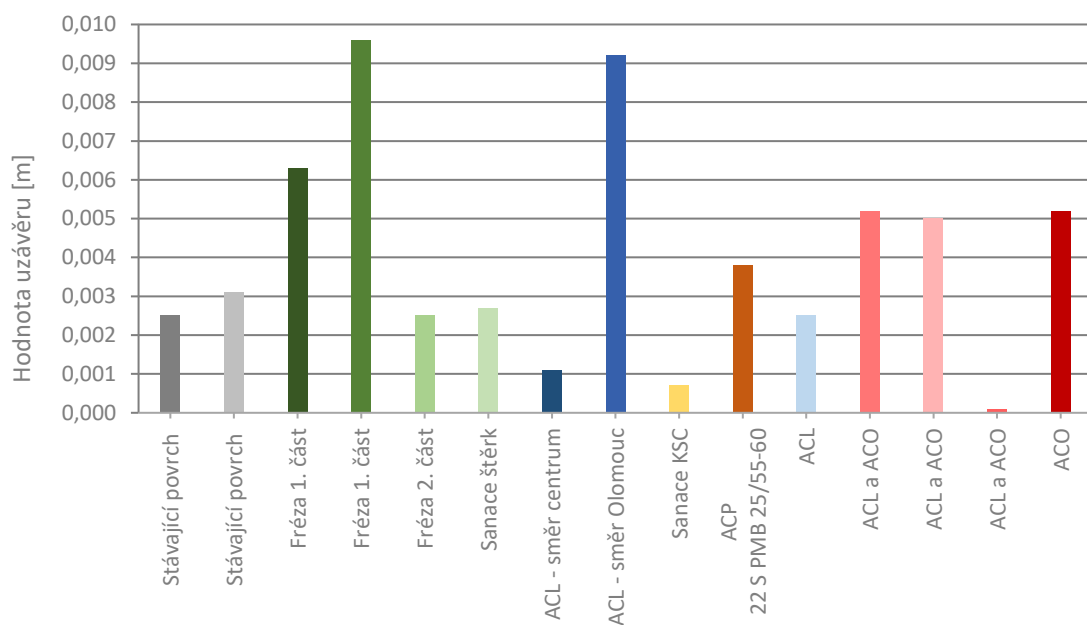
Obrázek 19 Ukázka tabulky kontroly rozdílů konstrukčních vrstev komunikace

Tabulka 3 Sestavení tabulky s vypočtenými uzávěry nivelačních pořadů

Uzávěry jednotlivých nivelačních pořadů						
Označení	Datum	Poč.b.	Kon.b.	$\Delta h$ [m]	$\delta x_{Mh}$ [m]	$d$ [m]
<b>Stávající povrch</b>	01.07.2019	1002	1001	0,0025	0,0147	538,5615
		1001	1002	0,0031	0,0151	573,5325
<b>Fréza 1. část</b>	03.07.2019	1002	1001	-0,0063	0,0146	532,4254
		1001	1002	0,0096	0,0146	535,4377
<b>Fréza 2. část</b>	03.07.2019	1002	1001	0,0025	0,0145	1056,5848
		1001	1002			
<b>Sanace štěrk</b>	10.07.2019	1002	1001	-0,0027	0,0147	537,1494
<b>ACL - směr centrum</b>	15.07.2019	1002	1001	-0,0011	0,0146	533,2671
<b>ACL - směr Olomouc</b>	15.07.2019	1002	1001	-0,0092	0,0146	531,1930
<b>Sanace KSC</b>	15.07.2019	1002	1001	-0,0007	0,0147	540,1980
<b>ACP 22 S PMB 25/55-60</b>	19.07.2019	1002	1001	-0,0038	0,0146	531,6098
<b>ACL</b>	15.08.2019	1002	1001	-0,0025	0,0145	527,8937
<b>ACL a ACO</b>	15.08.2019	1002	1001	0,0052	0,0145	1055,3373
		1001	1002			
		1002	1001	-0,0050	0,0145	528,7526
		1001	1002	0,0001	0,0145	1055,1321
<b>ACO</b>	15.08.2019	1002	1001	0,0052	0,0145	1055,3373
		1001	1002			

$\Delta h$  ... hodnota uzávěru  
 $\delta x_{Mh}$  ... mezní odchylka  
 $d$  ... součet délek záměr

V následujícím grafu je zobrazeno informativní porovnání velikosti výsledných hodnot uzávěrů jednotlivých nivelačních pořadů, které jsou obsaženy v předchozí tabulce.

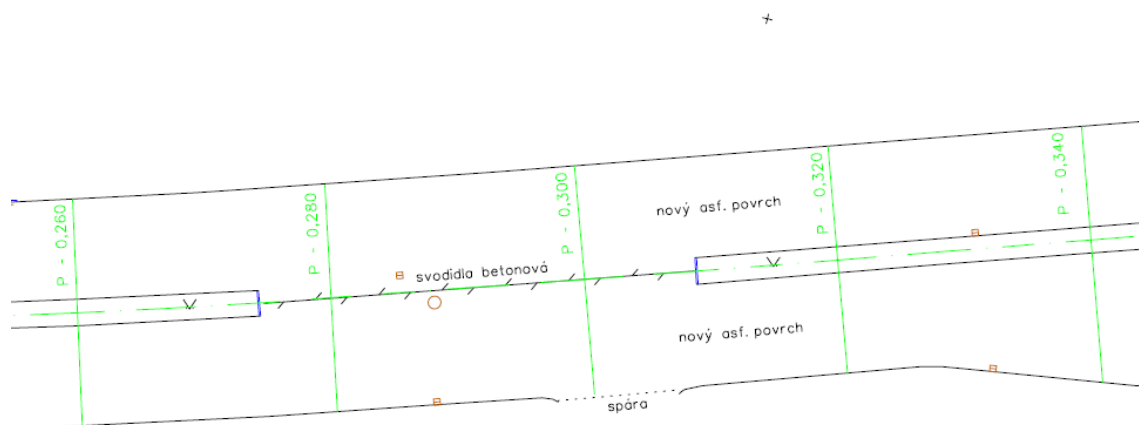


*Graf 1 Uzávěry jednotlivých nivelačních pořadů*

## 6.4 Zaměření skutečného provedení stavby

Zaměření skutečného provedení stavby bylo provedeno pomocí aparatury GNSS Altus APS-3 (v.č. 21032) metodou RTK, pomocí služby Trimble VRS Now Czech a odpovídá 3. třídě přesnosti měření dle normy ČSN 01 3410. Hodnoty podrobných bodů byly určeny v souřadnicovém systému S-JTSK a ve výškovém systému Bpv. Pro snazší orientaci v seznamu souřadnic podrobných bodů a pro potřeby grafického zpracování naměřených dat byly podrobné body v terénu kódovány.

Bylo provedeno zaměření stávající obruby, nové obruby, rozhraní stávajícího a nového asfaltového povrchu, trativodu AROT DN110, uličních vpustí, kanalizačních šachet, betonových svodidel.



Obrázek 20 Ukázka zaměření skutečného provedení stavby

## 7 Zpracování měření

Vyhodnocení, výpočet a zpracování naměřených dat proběhlo v kanceláři s využitím programů určených k této činnosti. Před samotným zpracováním bylo potřeba nejdříve naměřená data stáhnout do počítače.

Výměnný formát hrubých dat získaných ze softwaru Carlson SurvCE z aparatury GNSS Altus APS-3 (v.č. 21032) je \*.RW5. Formát je čárkou oddělený soubor ASCII, který obsahuje typy záznamů, záhlaví, zaznamenávaná data a komentáře.

[30]

Výměnný datový formát využívaný softwarem digitálního nivelačního přístroje Geomax ZDL 700 (v.č. 766160) je \*.GSI. Datový formát je uložen jako text ASCII s jedním řádkem na měření. Na každém řádku může být několik bloků dat, s mezerou jako oddělením.

[31]

## 7.1 Transform MAX 1710

Software určený pro transformace mezi různými souřadnicovými systémy a nabízí jednoduché vygenerování technických zpráv, vytyčovacích protokolů. Slouží pro převod naměřených ETRS89/WGS-84 souřadnic s elipsoidickou výškou do systému JTSK a nadmořskou výškou v Bpv a dále mezi ETRS89/WGS84 a S-42 a to u obou oběma směry.

[32]

Zpracovatelský program TRANSFORM MAX v. 1710 byl využit při zpracování naměřených dat z aparatury GNSS. Výstupem z tohoto softwaru byla *Technická zpráva určování bodů S-JTSK metodou GNSS, Protokol určení bodů technologií GNSS, Vytyčovací protokol*.

### Vytyčovací protokol

Název: Geodetické činnosti při rekonstrukci vozovky v ulici Otakara Ševčíka  
Vytyčení spáry pro napojení krytu vozovky – směr Olomouc

Datum: 24/07/19

Polohový souřadnicový systém: S-JTSK  
Výškový systém: Bpv  
Jednotky měření: Metry

Měřil: Bc. Tereza Suchánková

Typ	Číslo BODU	Y [m]	X [m]	H [m]	HRMS	VRMS	SVs	PDOP	Čas měření
Projektovaný Vytyčený 7/24 6:30	1 01 Rozdíl:	595383,38 595383,38 0,00	1161046,72 1161046,74 0,02	0,00 211,94 211,94	0,01	0,01	16	1,2	7/24 6:30
Projektovaný Vytyčený 7/24 6:32	2 02 Rozdíl:	595381,50 595381,51 0,01	1161066,74 1161066,74 -0,00	0,00 212,22 212,22	0,01	0,01	15	1,3	7/24 6:32
Projektovaný Vytyčený 7/24 6:38	3 03 Rozdíl:	595379,37 595379,36 -0,01	1161086,61 1161086,60 -0,01	0,00 212,40 212,40	0,01	0,01	15	1,3	7/24 6:38
Projektovaný Vytyčený 7/24 6:40	4 04 Rozdíl:	595376,78 595376,77 -0,01	1161106,56 1161106,56 -0,00	0,00 212,57 212,57	0,01	0,01	15	1,4	7/24 6:40

Obrázek 21 Ukázka vytyčovacího protokolu

## 7.2 GLevel

Program určený pro výpočet nivelačních zápisníků. Umožňuje natažení nivelačního zápisníku z digitálních přístrojů různých výrobců či výpočet ručně psaného zápisníku. Data je možné ukládat v různých metodách měření. V posloupnosti vpřed-vzad, vpřed-vpřed-vzad-vzad či vpřed-vzad-vpřed-vzad. Body bočně či přestavby s převrácenou latí. Veškeré data jsou uchovávána v hrubém tvaru i nově vytvořeném vlastním textovém formátu. Kontroly, které jsou do systému zabudovány jsou schopny upozornit na všechny nestandardní operace.

[33]

Program GLevel v. 2.3 byl využit při výpočtu naměřených hodnot z digitálního nivelačního přístroje. Součástí zpracovaného nivelačního zápisníku byl výpočet součtu čtení vzad a vpřed, rozdílu čtení, hodnoty uzávěru s uvedením maximální přípustné odchylky, součtu délek záměr a výpočet vyrovnaných hodnot měřených bodů. Výstupem z tohoto programu byly vypočtené *Nivelační zápisníky měření* ve formátu \*.txt.

Název: Geodetické činnosti při rekonstrukci vozovky v ulici Otakara Ševčíka  
Zaměření ložné vrstvy asfaltu - směr do centra

Datum: 15/07/19  
Výškový systém: Bpv  
Jednotky měření: Metry

Měřil: Bc. Tereza Suchánková

Č, bodu	Vzad	Vpřed	Bočně	Záměra	Výška
1002	1,510			17,890	212,119
0L			1,526	8,026	212,102
20L			1,439	12,099	212,189
1		1,277		18,178	212,352
1	1,726			33,923	212,352
40L			1,768	21,588	212,310
60L			1,611	5,837	212,467
80L			1,388	19,013	212,690
1		1,109		33,788	212,969
1	1,752			33,960	212,969

Obrázek 22 Ukázka nivelačního zápisníku

### 7.3 Microsoft Excel 2016

MS Excel je tabulkový procesor umožňující práci s daty a tabulkami, provádění výpočtů, analýzy dat a řadu dalších činností. S využitím pokročilých maker a programování pomocí VBA je možné provádět i složitější či automatizované výpočtové aktivity.

[34]

Microsoft Excel byl využit při zpracování dat získaných z nivelace do tabulek. Při zpracování byla data z nivelace vložena do přehledných tabulek do programu Microsoft Excel. Dále byly využity prosté matematické funkce pro výpočet tloušťek jednotlivých konstrukčních vrstev. Výstupem z tohoto programu byly tabulky kontroly rozdílů konstrukčních vrstev komunikace ve formátu \*.xls, program umožňuje export dat do formátu \*.pdf.

### 7.4 GROMA v.8

Geodetický systém, který je určen ke komplexnímu zpracování geodetických dat od surových údajů až po výsledné seznamy souřadnic, výpočetní protokoly a kontrolní kresbu. Program GROMA je určen ke geodetickým výpočtům. Lze v něm řešit všechny základní geodetické úlohy. Navíc obsahuje jednoduchou grafiku a možnost digitalizace rastrových dat. Umí zpracovávat data ve formátech všech běžných záznamníků, dávkově i jednotlivými výpočty.

[35]

Geodetický software GROMA v.8 byl využit při grafickém zpracování naměřených dat v programu MicroStation PowerDraft V8i, a to jeho zavedením do programu a následným využitím při importu podrobných bodů do výkresu \*.dgn. Importu bodů předcházelo nastavení atributů bodů, volba souboru obsahujícího seznam souřadnic podrobných bodů Y, X, H ve formátu \*.txt.



## 7.5 MicroStation PowerDraft V8i

Jedná se o modelovací, dokumentační a vizualizační software. MicroStation poskytuje přesné zobrazování, modelování, dokumentaci a vizualizaci informačně bohatých 2D a 3D návrhů libovolného typu a rozsahu. Umožňuje vytvářet konzistentní, vysoce kvalitní výstupy, jako jsou papírové výkresy, zprávy, 2D/3D PDF soubory, i-modely a 3D fyzické modely.

[36]

Program MicroStation PowerDraft V8i byl využit při grafickém zpracování naměřených dat. Při vytváření byl využit základací výkres v souřadnicovém systému S-JTSK. Pro účely zpracování byly využity datové soubory knihovny buněk ve formátu \*.cel a druhů čar ve formátu \*.rsc. Datové sady a popisky bylo třeba přizpůsobit měřítku výkresu. Při grafickém zpracování byla využita kódovaná data, což mělo za účel zjednodušení a zrychlení práce. Obsahy ploch jednotlivých konstrukčních vrstev byly vypočteny grafickým způsobem z kresby. Při zpracování došlo k připojení referenčních výkresů do aktivního výkresu, což bylo využito především pro tisk. Jako referenční výkresy byly využity podklady dostupné z projektové dokumentace a katastrální mapa k.ú. Židenic dostupná z webové služby ČÚZK. Výstupem z tohoto programu byly výkresy v digitální formě v \*.dgn a výkresy pro tisk ve formátu \*.pdf.

Výsledkem zpracování naměřených dat jsou soubory uvedené v přílohách k této diplomové práci. Závěrečným výsledkem geodetických činností při rekonstrukci vozovky bylo vyhotovení geodetické části *Dokumentace skutečného provedení stavby*, která obsahovala náležitosti, jež jsou uvedeny ve vyhlášce č. 31/1995 Sb., kterou se provádí zákon č. 200/1994 Sb. o zeměměřictví, dle §14.

## 8 Geodetické údaje

Geodetické údaje a místopisné náčrty bodů podrobného polohového bodového pole stavby byly vyhotoveny na základě místního šetření v terénu. V rámci stavby byly vytvořeny geodetické údaje a místopisné náčrty pro 2 body, a to pro bod č. 1001, bod č. 1002. Geodetické údaje o PPBP slouží ke zjištění informací o bodě a ke snadnému nalezení bodu v terénu.

Při vyhotovení místopisného náčrtu při místním šetření v terénu, byl kladen důraz na správné vystižení terénu v okolí konkrétního bodu. Oměrné míry se při vyhotovení místopisného náčrtu bodu PPBP musí vztahovat minimálně ke 3 stabilním, trvalým objektům a pokud to jde, měly by být měřeny z různých směrů. V mém případě byly k jednotlivým bodům měřeny vždy 4 oměrné míry vztažené k pevným objektům v okolí bodu, a to tak že z různých směrů. Pro měření oměrných měř jsem využila pásmo a svinovací metr.

Pro vyhotovení geodetických údajů byl stažen tiskopis pro *Geodetické údaje o bodech podrobného polohového bodového pole* ze stránek z [www.cuzk.cz](http://www.cuzk.cz). Jde o formulář, do kterého se uvedou geodetické údaje o konkrétním bodě a graficky se do něho zpracuje místopisný náčrt. Pro tyto účely jsem využila program MicroStation PowerDraft V8i.

Kat. území: 611115 - Židenice

Obec: Brno

### GEODETICKÉ ÚDAJE O PBPP

Str. 1

Bod <b>1001</b>	Bod zřídila org., rok 2019 Bc. Tereza Suchánková		Y	595274,29	SMO-5 121380
			X	1161555,47	
Orientační jižník na bod				Nadm. výška (Bpv)	223,958
<b>Popis, způsob stabilizace a určení bodu</b>  Bod se nachází v blízkosti křižovatky ulic Otakara Ševčíka, Černovická a Ostravská, poblíž najezdu na dálnici ve směru na Olomouc. Bod leží u spodního okraje dopravního ostrůvku směrem do křižovatky.  Stabilizace bodu: kovový měřický hřeb  Polohové určení bodu: GNSS metodou RTK Výškové určení bodu: technickou nivelací  Vyhotovila: Bc. Tereza Suchánková				Detail	

Obrázek 23 Ukázka vyhotovených geodetických údajů o PBPP k bodu č. 1001

Při budoucím dohledání bodu č. 1002 by mohl nastat problém v jeho nalezení, z důvodu možného opotřebení měřického hřebu velkým počtem kolemjdoucích. V dohledání bodu č. 1001 by neměl nastat problém, protože se bod nachází na dopravním ostrůvku na mostě u sjezdu na dálnici, kde není umožněno se pohybovat.

## 9 Rozbory přesnosti

### 9.1 Rozbor přesnosti určení podrobného výškového bodového pole

Přesnost bodů podrobného výškového bodového pole stavby, určeného technickou nivelací se řídila dle normy ČSN 73 0420-2 Přesnost vytyčení staveb – Část 2: vytyčovací odchylky, Tabulka 23 – Mezní vytyčovací odchylky podrobného vytyčení. Tato tabulka stanovuje kritérium přesnosti mezní vytyčovací odchylky vztažené k HB a HVB stavby.

Tabulka 4 Mezní vytyčovací odchylky podrobného vytyčení [19]

Body podrobného vytyčení	Mezní vytyčovací odchylka $\delta x_M$ (mm)		
	Podélná	Příčná	Výšková
zemní těleso	$\pm 100$	$\pm 100$	$\pm 50$
plán zemního tělesa	$\pm 50$	$\pm 40$	$\pm 20$
vrstvy podkladu vozovky	$\pm 40$	$\pm 30$	$\pm 10$
kryt vozovky	$\pm 20$	$\pm 15$	$\pm 4$

Z tabulky plyne, že byla zvolena mezní výšková vytyčovací odchylka pro kryt vozovky  $\pm 4$  mm.

Přesnost měření výšek a převýšení se řídila dle ČSN 73 0420-1 Přesnost vytyčení staveb – Část 1: Základní požadavky.

Přesnost měření převýšení  $h$  nivelací je charakterizována mezní odchylkou rozdílu měření tam a zpět, v mm, a je dána dle vzorce:

$$\delta x_{Mh} = k \cdot \sqrt{R}$$

- kde  $k$  je konstanta
- pro technickou nivelaci  $k=20$
- $R$  je délka (jednoduchého) pořadu, v km,  $R=573,533$  m

$$\delta x_{Mh} = 15,1 \text{ mm}$$

Směrodatná odchylka, převýšení (průměr tam a zpět) je:

$$\sigma_h = \sigma_0 \cdot \sqrt{R}$$

- $\sigma_0$  je kilometrová směrodatná odchylka obousměrné nivelace podle technické dokumentace nivelačního přístroje, pro GEOMAX ZDL700 je  $\sigma_0 = 0,7 \text{ mm}$
- $R$  je délka oddílu, v km,  $R = 1\,147,066 \text{ m}$

$$\sigma_h = 0,8 \text{ mm}$$

Mezní odchylka v převýšení:

$$\delta_{Mh} = u \cdot \sigma_h$$

- $u$  se volí 2,0

$$\delta_{Mh} = 1,6 \text{ mm}$$

$$\delta_{Mh} (= 1,6 \text{ mm}) \leq \delta_{X_M} (= 4 \text{ mm})$$

Na základě výpočtů bylo možné použít technickou nivelaci jako metodu pro určení bodů podrobného výškového bodového pole a dále pro potřeby určení podrobných bodů stavby. Dále je patrné, že přístroj GEOMAX ZDL700, který byl využit při geodetických pracích na stavbě, vyhovuje stanovenému kritériu přesnosti dle ČSN 73 0420-2.

## 9.2 Rozbor přesnosti vytyčení

Kritériem přesnosti vytyčení jsou vytyčovací odchylky. Překročí-li vytyčovací odchylky hodnotu mezní vytyčovací odchylky, považuje se vytyčení za nevyhovující. Hodnoty mezních vytyčovacích odchylek jsou stanoveny v ČSN 73 0420-2 Přesnost vytyčování staveb – Část 2: Vytyčovací odchylky.

Při výběru vytyčovacích metod hraje rozhoduje hodnota směrodatné odchylky  $\sigma$ . Směrodatná odchylka dvojího vytyčení ( $\sigma_p$ ) je dána vztahem:

$$\sigma_p = \frac{\delta x_{Mv}}{u}$$

- $\delta x_{Mv}$  je mezní vytyčovací odchylka,  $\delta x_{Mv} = 4 \text{ mm}$
- $u$  je hodnota normované veličiny s normálním rozdělením,  $u = 1,64$  – hodnota se obecně užívá ve stavebnictví, může být použita i při vytyčení

$$\sigma_p = 2,44 \text{ mm}$$

Směrodatná odchylka jednoho vytyčení ( $\sigma_{op}$ ) se vypočte ze vztahu:

$$\sigma_{op} = \sigma_p \cdot \sqrt{2}$$

$$\sigma_{op} = 3,45 \text{ mm}$$

$$\sigma_h (= 0,8 \text{ mm}) \leq \sigma_{op} (= 3,45 \text{ mm})$$

[18]

Z výpočtu vyplývá, že metoda technické nivelace a přístroj GEOMAX ZDL700 vyhovují kritériím přesnosti pro vytyčovací práce na stavbě a bylo tedy možné je k těmto účelům využít.

### 9.3 Rozbor přesnosti měření GNSS-RTK

Přesnost měření a vytyčení aparaturou GNSS, metodou RTK s využitím služby Trimble VRS Now Czech, byla stanovena na základě přesnosti přístroje, uvedené výrobcem v manuálu přístroje.

*Tabulka 5 Přesnost měření a vytyčení aparaturou GNSS [25]*

<i>Přesnost RTK</i>	<i>V poloze</i>	<i>10 mm + 1 ppm</i>
	<i>Ve výšce</i>	<i>20 mm + 1 ppm</i>

Virtuální referenční stanice se generuje dle polohy přijímače do vzdálenosti 5 km. Tato hodnota byla brána jako výchozí hodnota vzdálenosti pro určení přesnosti měření aparaturou GNSS, metodou RTK:

$$m_{X,Y} = 15 \text{ mm}$$

$$m_H = 25 \text{ mm}$$

Přesnost metody měření GNSS aparaturou splňuje charakteristiku přesnosti, dle ČSN 01 3410 stanovenou jako 3. třída přesnosti s mezní souřadnicovou chybou  $m_{X,Y} = 14 \text{ cm}$ . [7]



## 9.4 Rozbor přesnosti měření jednotlivých vrstev

Tloušťka vrstvy se řídí normou ČSN 73 6121 Stavba vozovek – Hutněné asfaltové vrstvy – Provádění a kontrola shody, dle Tabulky 14 – Požadavky na tloušťku vrstvy:

Tabulka 6 Požadavky na tloušťku vrstvy [20]

Požadavky na tloušťku vrstev				
Zkoušený parametr			Zkušební norma	Požadavek [mm]
Tloušťka vrstvy	$h_{\text{průměrná}}$	do 30 mm	ČSN EN 12697-36	min. 0,85h
		nad 30 mm		min. 0,90h
	$h_{\text{minimální}}$			min. 0,80h

Tabulka 7 Tloušťky konstrukčních vrstev vozovky [20]

Tloušťka vrstvy			
Vrstva	Dle projektové dokumentace [mm]	Dle ČSN 073 6121	
		$h_{\text{průměrná}}$ [mm]	$h_{\text{minimální}}$ [mm]
ACO	30	25,5	24
ACL	90	81	72
ACP	60	54	48
KSC	170	153	136

Tyto průměrné a minimální hodnoty tlouštěk jednotlivých konstrukčních vrstev byly uvedeny v příloze *Tabulka vrstev komunikace*. Minimální tloušťka jednotlivých konstrukčních vrstev byla dodržena.

Odchyly od projektovaných výšek jsou uvedeny v ČSN 73 6121 Stavba vozovek – Hutněné asfaltové vrstvy – Provádění a kontrola shody, dle Tabulky 17 – Dovolené odchyly od projektovaných výšek:

Tabulka 8 Dovolené odchyly od projektovaných výšek [20]

Zkoušený parametr		Maximální povolená hodnota (mm) podle třídy dopravního zatížení		
		S, I	II, III	IV až IV, CH
Odchyly od projektovaných výšek	Obrusná vrstva	$\pm 10$	$\pm 15$	nepožaduje se
	Ložná vrstva	s pravděpodobností $\geq 90\%$ ; s průměrem $\pm 5$	s pravděpodobností $\geq 90\%$ ; s průměrem $\pm 10$	
	Podkladní vrstva	$\pm 20$ s pravděpodobností $\geq 90\%$	$\pm 20$ s pravděpodobností $\geq 90\%$	nepožaduje se

Odchyly od projektovaných výšek byly porovnány s tloušťkami vrstev, zjištěných na základě měření. Dovolené odchyly od projektovaných výšek nebyly překročeny.

## 10 Činnost kontrolního geodeta

V rámci kontrolní geodetické činnosti, která byla zadána investorem stavby, byl na stavbě přítomen kontrolní geodet. Činnost kontrolního geodeta na stavbě spočívala v ověření mých výsledků, tedy geodetických činností odpovědného geodeta stavby. Touto činností byly ověřeny výsledné hodnoty kontrolního zaměření mocností jednotlivých konstrukčních vrstev vozovky. Kontrolnímu geodetovi musela být předána naměřená data od odpovědného geodeta stavby. Pro účel sestavení dat do tabulek a pro následné porovnání výsledných hodnot byla využita data, jak od kontrolního geodeta, tak od odpovědného geodeta stavby.

Obsahem výsledné dokumentace vyhotovené kontrolním geodetem byla:

- *Technická zpráva* se základními údaji o kontrolním měření
- *Tabulková část* s uvedením naměřených hodnot a rozdílů mezi hodnotami získanými ze dvou měření, jak z činnosti odpovědného geodeta stavby, tak z činnosti kontrolního geodeta. Kontrolní měření proběhla v příčných profilech ve staničení 0,080 km – 0,120 km a 0,300 km – 0,340 km, tj. v 6 příčných profilech. Pro sanaci v konstrukci od 0,140 km – 255 km proběhlo měření v příčných profilech ve staničení 0,160 km – 0,220 km. Tabulková část je rozdělena dle měřených vrstev na tabulky: Vrstva po vyfrézování, Vrstva sanace (0,140 km – 0,255 km), Vrstva po položení ACL, Vrstva po položení ACO. Rozdíl mezi oběma měřeními nepřekročil hodnotu 0,01 m.

Vrstva po vyfrézování

Datum měření: 11. 7. 2019

Staničení (km)	Označení v projektu	Y m (projekt)	X m (projekt)	Ing. Iva Beňová Medvěďová Z (m)	Kvadrant Z (m)	rozíl (m)
0,080 (P-5)	L-p.b.č.	595358,814	1161124,213	212,618	212,615	0,003
	S1-p.b.č.	595368.061	1161125.587	212,792	212,798	-0,006
	S2-p.b.č.	595370.132	1161125.894	212,701	212,700	0,001
	P-p.b.č.	595379,397	1161127,270	212,616	212,611	0,005
0,100 (P-6)	L-p.b.č.	595356,410	1161144,134	212,772	212,765	0,007
	S1-p.b.č.	595365.109	1161145.373	212,942	212,946	-0,004
	S2-p.b.č.	595367.133	1161145.662	212,943	212,941	0,002
	P-p.b.č.	595374,849	1161146,761	212,824	212,816	0,008
0,120 (P-7)	L-p.b.č.	595353,866	1161163,917	213,016	213,010	0,006
	S1-p.b.č.	595361.912	1161165.110	213,129	213,137	-0,008
	S2-p.b.č.	595363.904	1161165.406	213,057	213,050	0,007
	P-p.b.č.	595371,669	1161166,557	212,995	212,986	0,009
0,300 (P-16)	L-p.b.č.	595314.664	1161337.807	216,061	216,065	-0,004
	S1-p.b.č.	595322.002	1161340.200	215,959	215,958	0,001
	S2-p.b.č.	595324.590	1161341.037	215,928	215,922	0,006
	P-p.b.č.	595331.882	1161343.409	215,783	215,782	0,001

Obrázek 24 Ukázka tabulkové části dokumentace vyhotovené kontrolním geodetem

Výsledné naměřené hodnoty potvrzovaly výsledky primárního geodeta stavby. Mocnosti nově položených konstrukčních vrstev komunikace byly v povolených odchylkách dle platných předpisů TKP.

## 11 Závěr

Diplomová práce stanovuje, jakým způsobem byly vykonány geodetické činnosti při rekonstrukci vozovky v ulici Otakara Ševčíka. Měřické práce na stavbě probíhaly od června do srpna roku 2019. Výsledkem je vyhotovení geodetické části dokumentace skutečného provedení stavby se všemi náležitostmi, dle vyhlášky č. 31/1994 Sb., §14.

V teoretické části diplomové práce je uveden charakteristický popis lokality, základní údaje o stavbě spolu s popisem stavby, a to jak z hlediska projektové dokumentace, tak z hlediska stavební terminologie skladby vozovky. Je zde uvedena legislativa, ze které bylo v rámci geodetických prací čerpáno. V kapitole týkající se legislativy jsou uvedeny všechny právní předpisy, se kterými jsem se v rámci této diplomové práce setkala.

V praktické části diplomové práce je uvedeno přístrojové vybavení a metody měření využívané při geodetických činnostech na stavbě. Dále se věnuji jednotlivým měřickým činnostem. Předně rekognoskaci terénu vykonanou za účelem budování podrobného výškového bodového pole stavby, polohovému vytyčení podrobných bodů stavby, kontrolním měřením ploch a kontrolním měřením tloušťek jednotlivých konstrukčních vrstev vozovky a na závěr se věnuji zaměření skutečného provedení stavby. V této části diplomové práce je také uvedeno, jakým způsobem došlo ke zpracování naměřených dat, včetně základního popisu programů využitých při této činnosti. Jsou zde uvedeny rozbory přesnosti stanovující nejistotu měření a přesnost použitého přístrojového vybavení. Dále je zde okrajově uvedena činnost a výstupy kontrolního geodeta stavby.

Přesnost bodů měřické sítě je udána základní střední souřadnicovou chybou  $m_{x,y} = 0,015$  m a výškovou základní kilometrovou chybou  $m_h = 0,004$  m. Dosažená přesnost podrobných bodů mapování je stanovena dle ČSN 01 3410 Mapy velkých měřítek - Základní a účelové mapy, jako základní střední souřadnicová chyba  $m_{x,y} = 0,14$  m a výšková základní kilometrová chyba  $m_h = 0,12$  m.

*Tabulka 9 Závěrečná statistika*

<i>Závěrečná statistika</i>
<i>2 body podrobného výškového bodové pole</i>
<i>25 příčných profilů</i>
<i>270 vytyčených bodů</i>
<i>přes 21 000 m<sup>2</sup> kontrolně zaměřených ploch</i>
<i>přes 1 700 podrobných bodů stavby</i>
<i>přes 400 výškově určených bodů</i>
<i>přes 10 km nivelačních pořadů</i>

Dle výše uvedených dat je jasné, že náročnost geodetických činností vykonaných odpovědným geodetem stavby spočívala ve sběru velkého objemu dat.

Součástí diplomové práce jsou přílohy v elektronické formě. Přílohy, jimž přikládám větší důležitost jsou k dispozici v tištěné formě.



## 12 Seznam použitých zdrojů

- [1] ČÚZK. *Geoprohlížeč* [online]. © 2020 [cit. 18.04.2020]. Dostupné z: <https://geoportal.cuzk.cz/geoprohlizec/>
- [2] Wikipedie. *Brno-Židenice* [online]. Poslední změna 30.03.2020. [18.04.2020]. Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/Brno-%C5%BDidenice>
- [3] BRNĚNSKÉ KOMUNIKACE A.S.. *Koordinace uzavírek* [online]. [cit. 18.04.2020]. Dostupné z: [https://www.bkom.cz/uploads/users/koordinace\\_uzavirek/Kopie%20-%20tabulka%20na%20web%20010419.pdf](https://www.bkom.cz/uploads/users/koordinace_uzavirek/Kopie%20-%20tabulka%20na%20web%20010419.pdf)
- [4] PK OSSENDORF s.r.o.. *Projektová kancelář Ossendorf Brno* [online]. [cit. 18.04.2020]. Dostupné z: <http://www.pk-ossendorf.cz/>
- [5] SWIETELSKY. *Swietelsky stavební s.r.o.* [online]. © 2020 [cit. 18.04.2020]. Dostupné z: <https://www.swietelsky.cz>
- [6] KRAJČOVIČ, Marián a HAVLICOVÁ, Pavla. *Učební text: Stavba pozemních komunikací*. Katedra dopravních staveb, Fakulty stavební, Vysoké školy báňské - Technické univerzity v Ostravě [online]. [cit. 18.04.2020]. Dostupné z: [http://fast10.vsb.cz/krajcovic/!prezencni/!dopravni\\_a\\_hyrotechnicke\\_stavby/pomucky\\_k\\_reseni/pdf/STAVBA\\_PK\\_DaHS.pdf](http://fast10.vsb.cz/krajcovic/!prezencni/!dopravni_a_hyrotechnicke_stavby/pomucky_k_reseni/pdf/STAVBA_PK_DaHS.pdf)
- [7] IURIDICTUM. *Zákon* [online]. Poslední změna 30.8.2012. [18.04.2020]. Dostupné z: <https://iuridictum.pecina.cz/w/Z%C3%A1kon>
- [8] Zákon č. 256/2013 Sb. *Zákon o katastru nemovitostí (katastrální zákon)*
- [9] Zákon č. 200/1994 Sb. *Zákon o zeměměřictví a o změně a doplnění některých zákonů souvisejících s jeho zavedením*
- [10] ČÚZK. *Právní předpisy v oboru zeměměřictví a katastru* [online]. © 2020 [cit. 18.04.2020]. Dostupné z: <https://www.cuzk.cz/Predpisy/Pravni-predpisy-v-oboru-zememerictvi-a-katastru.aspx>
- [11] Wikipedie. *Vyhláška* [online]. Poslední změna 10.3.2020. [cit. 18.04.2020]. Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/Vyh%C3%A1%C5%A1ka>
- [12] Vyhláška č. 31/1995 Sb., kterou se provádí zákon č. 200/1994 Sb.
- [13] Vyhláška č. 357/2013 Sb. o katastru nemovitostí (katastrální vyhláška)

- [14] ÚNMZ. *Technická normalizace* [online]. [cit. 18.04.2020]. Dostupné z: <https://www.unmz.cz/caste-dotazy/casto-kladene-otazky-technicka-normalizace/>
- [15] ČSN 01 3410. *Mapy velkých měřítek – Základní a účelové mapy*. Praha: Český normalizační institut, 2014, 11 s.
- [16] ČSN 01 3411. *Mapy velkých měřítek – Kreslení a značky*. Praha: Český normalizační institut. 1991, 108 s.
- [17] ČSN 73 0415. *Geodetické body*. Praha: Český normalizační institut. 2010, 15 s.
- [18] ČSN 73 0420-1. *Přesnost vytyčení staveb – Část 1: Základní požadavky*. Praha: Český normalizační institut, 2002, 10 s.
- [19] ČSN 73 0420-2. *Přesnost vytyčení staveb – Část 2: vytyčovací odchylky*. Praha: Český normalizační institut, 2002, 30 s.
- [20] ČSN 73 6121. *Stavba vozovek – Hutněné asfaltové vrstvy – Provádění a kontrola shody*. Praha: Český normalizační institut, 2019, 65 s.
- [21] VÚGTK. *Slovník VÚGTK – metodický návod* [online]. © 2005 [cit.18.04.2020]. Dostupné z: [https://www.vugtk.cz/slovník/termin.php?jazykova\\_verze=&tid=7620&l=metodicky-navod](https://www.vugtk.cz/slovník/termin.php?jazykova_verze=&tid=7620&l=metodicky-navod)
- [22] TP 148. *Hutněné asfaltové vrstvy s asfaltem modifikovaným pryžovým granulátem z pneumatik*. Ministerstvo dopravy ČR, 2009, 22 s.
- [23] TP 151. *Asfaltové směsi s vysokým modulem tuhosti (VMT)*. Ministerstvo dopravy, odbor silniční infrastruktury, 2010, 30 s.
- [24] TP 170. *Navrhování vozovek pozemních komunikací*. Ministerstvo dopravy, odbor silniční infrastruktury, 2010, 37 s.
- [25] MANUALSLIB. *Altus APS-3 - uživatelský manuál* [online]. [cit. 18.04.2020]. Dostupné z: <https://www.manualslib.com/products/Altus-Aps-3-8741204.html>
- [26] NEVOSÁD, Zdeněk a VITÁSEK, Josef. *Geodézie III: Průvodce předmětem Geodézie III*. Brno 2005. 176 str.
- [27] GEOTRONICS PRAHA. *O síti* [online]. © 2016 [cit. 18.04.2020]. Dostupné z: <http://geotronics.cz/produkty/gnss-korekce/o-siti/?gclid=Cj0KCQiA4NTxBRDxARIsAHyp6gBEAdOor->

g1RBkH1K6JnwSjZQK4HhXJh71Ww3NGEfJBGw1BxIE4RCoaAlMdEALw\_w  
cB

- [28] MANUALSLIB. *GEOMAX ZDL700 - uživatelský manuál* [online]. [cit. 18.04.2020]. Dostupné z: <https://www.manualslib.com/manual/1551676/Geomax-Zdl700.html>
- [29] ČADA, Václav. *Přednáškové texty z Geodézie: Kapitola 11.5. Metody nivelace*. Katedra geomatiky, Fakulty aplikovaných věd, Západočeské univerzity v Plzni [online]. [cit. 18.04.2020]. Dostupné z: <https://kgm.zcu.cz/studium/gen1/html/ch11s05.html>
- [30] TOTAL OPEN STATION. *Carlson SurvCE - Formát datových souborů (RW5)* [online]. ©2015 [cit. 18.04.2020]. Dostupné z: [https://totalopenstation.readthedocs.io/en/stable/input\\_formats/if\\_carlson\\_rw5.html](https://totalopenstation.readthedocs.io/en/stable/input_formats/if_carlson_rw5.html)
- [31] TOTAL OPEN STATION. *Leica - Formát datových souborů (GSI)* [online]. ©2015 [cit. 18.04.2020]. Dostupné z: [https://totalopenstation.readthedocs.io/en/stable/input\\_formats/if\\_leica\\_gsi.html](https://totalopenstation.readthedocs.io/en/stable/input_formats/if_leica_gsi.html)
- [32] GEOOBCHOD. *Transform MAX 1710* [online]. © 2018 [cit. 18.04.2020]. Dostupné z: <https://www.geoobchod.cz/cs/transform-max-1710-verze-3/product>
- [33] GEOOBCHOD. *Glevel v1.5*. [online]. © 2018 [cit. 18.04.2020]. Dostupné z: <https://www.geoobchod.cz/cs/glevel-v15/product>
- [34] IT SLUŽBY MASARYKOVY UNIVERZITY. *Microsoft Excel* [online]. © 2020 [cit. 18.04.2020]. Dostupné z: <https://it.muni.cz/sluzby/microsoft-excel>
- [35] GROMA. *Groma – geodetický software v prostředí MS Windows* [online]. © 2017 [cit. 18.04.2020]. Dostupné z: <https://www.groma.cz/cz/groma>
- [36] BENTLEY. *Software pro 2D CAD navrhování, nákresy - MicroStation PowerDraft* [online]. © 2020 [cit. 18.04.2020]. Dostupné z: <https://www.bentley.com/cs/products/product-line/modeling-and-visualization-software/microstation-powerdraft>
- [37] CIBULKA, Miloš. *Přednáška: Globální navigační satelitní systémy (GNSS)*. Ústav hospodářské úpravy lesů a aplikované geoinformatiky, Lesnická a dřevařská fakulta, Mendelovy univerzity v Brně. [online]. [cit. 18.04.2020]. Dostupné z: [http://uhulag.mendelu.cz/files/pagesdata/cz/geodezie/geodezie\\_2018/gnss.pdf](http://uhulag.mendelu.cz/files/pagesdata/cz/geodezie/geodezie_2018/gnss.pdf)

### 13 Seznam použitých zkratek

<i>ACL</i>	<i>Asfaltový beton pro ložné vrstvy</i>
<i>ACO</i>	<i>Asfaltový koberec pro obrusné vrstvy</i>
<i>ACP</i>	<i>Asfaltový povrch pro podkladní vrstvy</i>
<i>ASCII</i>	<i>Americký standardní kód pro výměnu informací</i>
<i>BOZP</i>	<i>Bezpečnost a ochrana zdraví při práci</i>
<i>Bpv</i>	<i>Výškový systém baltský po vyrovnání</i>
<i>ČR</i>	<i>Česká republika</i>
<i>ČSN</i>	<i>Česká státní norma</i>
<i>ČÚZK</i>	<i>Český úřad zeměměřický a katastrální</i>
<i>EN</i>	<i>Evropská norma</i>
<i>ETRS89</i>	<i>Evropský terestrický referenční systém 89</i>
<i>GNSS</i>	<i>Globální družicový polohový systém</i>
<i>HB</i>	<i>Hlavní bod stavby</i>
<i>HVB</i>	<i>Hlavní výškový bod stavby</i>
<i>ISO</i>	<i>Mezinárodní norma</i>
<i>KSC</i>	<i>Kamenivo zpevněné cementem</i>
<i>PPBP</i>	<i>Podrobné polohové bodové pole</i>
<i>ppm</i>	<i>Parts per million, jedna miliontina celku</i>
<i>RTK</i>	<i>Real-Time Kinematic</i>
<i>S-42</i>	<i>Souřadnicový systém S-42</i>
<i>S-JTSK</i>	<i>Systém jednotné trigonometrické sítě katastrální</i>
<i>SMA</i>	<i>Asfaltový koberec mastixový</i>
<i>TKP</i>	<i>Technické kvalitativní podmínky staveb</i>
<i>TP</i>	<i>Technologický předpis</i>
<i>VBA</i>	<i>Visual Basic for Applications, programovací jazyk</i>
<i>VDZ</i>	<i>Vodorovné dopravní značení</i>
<i>VMO</i>	<i>Velký městský okruh</i>
<i>VRS</i>	<i>Virtuální referenční stanice</i>
<i>WGS-84</i>	<i>Světový geodetický referenční systém z roku 1984</i>

## 14 Seznam tabulek

<i>Tabulka 1 Parametry GNSS přijímače ALTUS APS-3 [25]</i> .....	22
<i>Tabulka 2 Parametry digitálního nivelačního přístroje GEOMAX ZDL700 [28]</i> .....	25
<i>Tabulka 3 Sestavení tabulky s vypočtenými uzávěry nivelačních pořadů</i> .....	34
<i>Tabulka 4 Mezní vytyčovací odchylky podrobného vytyčení [19]</i> .....	44
<i>Tabulka 5 Přesnost měření a vytyčení aparaturou GNSS [25]</i> .....	46
<i>Tabulka 6 Požadavky na tloušťku vrstvy [20]</i> .....	47
<i>Tabulka 7 Tloušťky konstrukčních vrstev vozovky [20]</i> .....	47
<i>Tabulka 8 Dovolené odchylky od projektovaných výšek [20]</i> .....	47
<i>Tabulka 9 Závěrečná statistika</i> .....	52

## 15 Seznam grafů

<i>Graf 1 Uzávěry jednotlivých nivelačních pořadů</i> .....	35
---	----

## 16 Seznam obrázků

<i>Obrázek 1 Poloha katastrálního území Židenice [1]</i> .....	11
<i>Obrázek 2 Ulice Otakara Ševčíka [1]</i> .....	12
<i>Obrázek 3 Ukázka z projektové dokumentace situace stavby</i> .....	13
<i>Obrázek 4 Diagnostické posouzení únosnosti vozovky</i> .....	15
<i>Obrázek 5 Stavební činnost - vyfrézování stávající vrstvy vozovky 120 mm</i> .....	16
<i>Obrázek 6 Stavební činnost - výkopové práce</i> .....	16
<i>Obrázek 7 Stavební činnost - vyfrézování stávající vrstvy vozovky 30 mm</i> .....	17
<i>Obrázek 8 Stavební činnost - výměna podloží a hutnění zemního tělesa komunikace</i> .....	17
<i>Obrázek 9 Stavební činnosti – pokládka a vzájemné spojení pásů geotextilie</i> .....	18
<i>Obrázek 10 Konstrukční vrstvy vozovky</i> .....	19
<i>Obrázek 11 GNSS přijímač ALTUS APS-3 a kontrolér GETAC PS 236</i> .....	23
<i>Obrázek 12 Ukázka měření GNSS RTK</i> .....	23
<i>Obrázek 13 Rozmístění referenčních stanic sítě Trimble VRS Now Czech [27]</i> .....	24
<i>Obrázek 14 Digitální nivelační přístroj GEOMAX ZDL700</i> .....	26
<i>Obrázek 15 Ukázka zápisníku kontroly nivelačního přístroje GEOMAX ZDL700</i> .....	26
<i>Obrázek 16 Ukázka měření s digitálním nivelačním přístrojem GEOMAX ZDL 700</i> .....	27
<i>Obrázek 17 Stabilizace odsazeného podrobného bodu příčného profilu km 0,180</i> .....	30
<i>Obrázek 18 Kontrolní měření tloušťek jednotlivých konstrukčních vrstev vozovky</i> .....	32
<i>Obrázek 19 Ukázka tabulky kontroly rozdílů konstrukčních vrstev komunikace</i> .....	33
<i>Obrázek 20 Ukázka zaměření skutečného provedení stavby</i> .....	36
<i>Obrázek 21 Ukázka vytyčovacího protokolu</i> .....	38
<i>Obrázek 22 Ukázka nivelačního zápisníku</i> .....	39
<i>Obrázek 23 Ukázka vyhotovených geodetických údajů o PBPP k bodu č. 1001</i> .....	42
<i>Obrázek 24 Ukázka tabulkové části dokumentace vyhotovené kontrolním geodetem</i> .....	50



## 17 Seznam příloh

### Příloha č.1 Podrobné výškové bodové pole

- Příloha č.1.1 Technická zpráva – vybudování měřické sítě.pdf (*digitální i tištěná forma*)
- Příloha č.1.2 Protokol RTK – určení bodů měřické sítě.pdf (*digitální i tištěná forma*)
- Příloha č.1.3 Protokol určení bodů GNSS.pdf (*digitální i tištěná forma*)
- Příloha č.1.4 Seznam souřadnic bodů měřické sítě.txt (*digitální forma*)
- Příloha č.1.5 Geodetické údaje o PBPP.pdf (*digitální i tištěná forma*)

### Příloha č.2 Vytyčení

- Příloha č.2.1 Vytyčovací protokol – příčné profily.pdf (*digitální forma*)
- Příloha č.2.2 Vytyčovací protokol – spára směr Olomouc.pdf (*digitální i tištěná forma*)
- Příloha č.2.3 Vytyčovací protokol – spára směr centrum.pdf (*digitální forma*)
- Příloha č.2.4 Vytyčovací protokol – vodorovné dopravní značení.pdf (*digitální forma*)

### Příloha č.3 Měření

- Příloha č.3.1.1 Protokol RTK zaměření sanačních ploch.pdf (*digitální forma*)
- Příloha č.3.1.2 Situace zaměření sanačních ploch.dgn (*digitální forma*)
- Příloha č.3.2.1 Protokol RTK zaměření mostního závěru.pdf (*digitální forma*)
- Příloha č.3.2.2 Situace zaměření mostního závěru.dgn (*digitální forma*)
- Příloha č.3.3.1 Protokol RTK zaměření plochy šterku.pdf (*digitální forma*)
- Příloha č.3.3.2 Situace zaměření plochy šterku.dgn (*digitální forma*)
- Příloha č.3.4.1 Protokol RTK zaměření plochy geotextílií.pdf (*digitální forma*)
- Příloha č.3.4.2 Situace zaměření plochy geotextílií.dgn (*digitální forma*)
- Příloha č.3.5.1 Protokol RTK zaměření sanačních ploch.pdf (*digitální forma*)
- Příloha č.3.5.2 Situace zaměření sanačních ploch.dgn (*digitální forma*)
- Příloha č.3.6.1 Protokol RTK zaměření zarovnání odfrézovaného povrchu.pdf (*digitální forma*)
- Příloha č.3.6.2 Situace zaměření zarovnání odfrézovaného povrchu.dgn (*digitální forma*)

- Příloha č.3.7.1 Protokol RTK zaměření plochy obrusné a ložné vrstvy, zaměření sanací.pdf (*digitální forma*)
- Příloha č.3.7.2 Situace zaměření plochy obrusné a ložné vrstvy, zaměření sanací.dgn (*digitální forma*)
- Příloha č.3.8.1 Protokol RTK zaměření plochy obrusné vrstvy.pdf (*digitální forma*)
- Příloha č.3.8.2 Situace zaměření plochy obrusné vrstvy.dgn (*digitální forma*)

#### Příloha č.4 Nivelace

- Příloha č.4.1 Zápisníky měření
  - Příloha č.4.1.1 Zápisník měření stávajícího povrchu asfaltu.txt (*digitální forma*)
  - Příloha č.4.1.2 Zápisník měření vyfrézovaného povrchu – 1. část.txt (*digitální forma*)
  - Příloha č.4.1.3 Zápisník měření vyfrézovaného povrchu – 2. část.txt (*digitální forma*)
  - Příloha č.4.1.4 Zápisník měření sanace šterku.txt (*digitální i tištěná forma*)
  - Příloha č.4.1.5 Zápisník měření ACL.txt (*digitální forma*)
  - Příloha č.4.1.6 Zápisník měření sanace KSC.txt (*digitální forma*)
  - Příloha č.4.1.7 Zápisník měření ACP.txt (*digitální forma*)
  - Příloha č.4.1.8 Zápisník měření ACL.txt (*digitální forma*)
  - Příloha č.4.1.9 Zápisník měření ACL a ACO.txt (*digitální forma*)
  - Příloha č.4.1.10 Zápisník měření ACO.txt (*digitální forma*)
- Příloha č.4.2 Tabulka vrstev
  - Příloha č.4.2.1 Tabulka vrstev komunikace.pdf (*digitální i tištěná forma*)
  - Příloha č.4.2.2 Tabulka vrstev sanace.pdf (*digitální i tištěná forma*)
- Příloha č.4.3 Kalibrační list.png (*digitální forma*)
- Příloha č.4.4. Kontrola nivelačního přístroje GEOMAX ZDL700.txt (*digitální forma*)

#### Příloha č.5 Geodetická část dokumentace skutečného provedení stavby

- Příloha č.5.1 Technická zpráva.pdf (*digitální i tištěná forma*)
- Příloha č.5.2 Seznam souřadnic a výšek.txt (*digitální forma*)

- Příloha č.5.3 Situace zaměření ploch jednotlivých konstrukčních vrstev.pdf (*digitální i tištěná forma*)
- Příloha č.5.4 Situace zaměření plochy ACL a ACO.pdf (*digitální i tištěná forma*)
- Příloha č.5.3 Situace zaměření skutečného provedení stavby.pdf (*digitální i tištěná forma*)